

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-117175

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月6日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 4 J 3/00

H 0 4 J 3/00

R

V

H 0 4 L 1/22  
12/437  
12/28H 0 4 L 1/22  
11/00  
11/20

3 3 1

C

審査請求 未請求 請求項の数35 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願平9-105532

(22) 出願日 平成9年(1997) 4月23日

(31) 優先権主張番号 特願平8-100888

(32) 優先日 平8(1996) 4月23日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 池田 博樹

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 菅原 俊樹

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 中野 幸男

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株

式会社日立製作所情報通信事業部内

(74) 代理人 弁理士 高橋 明夫

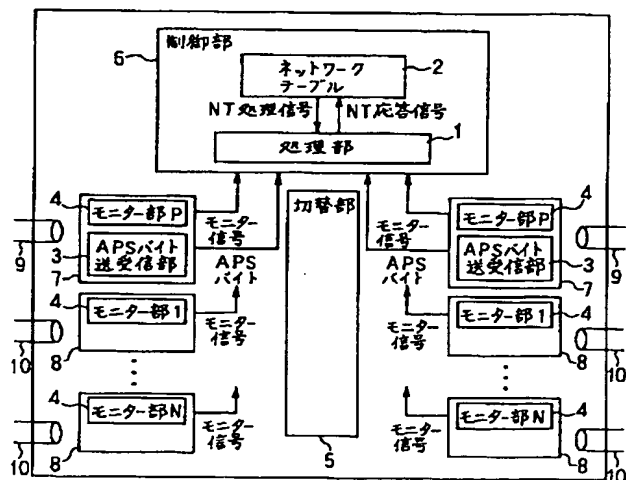
(54) 【発明の名称】 自己救済型ネットワーク、その伝送路切り替え方法および伝送装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 トラフィックの要求に合わせた現用伝送路の敷設が可能であり、予備比率が小さく、且つ高速の伝送路切替が可能な伝送装置と、その制御方法を提供する。

【解決手段】 伝送装置は、予備伝送路9を経て隣接する伝送装置と障害情報の交換を行うためのAPSバイト送受信部3と、複数現用伝送路10の異常を監視するモニター部4と、ネットワーク構成を示すデータを記憶するネットワークテーブル2と、記憶されたデータに基づいて、伝送路切替する現用伝送路を決定し、APSバイトを処理する処理部1を備える。APSバイトに、現用回線の番号と、その優先度と、切替信号の発出ノード番号を割り当て、さらに、ネットワークの接続状況と障害情報を格納するネットワークテーブルを各ノードに用意して目的ノードを特定する。

図1



BEST AVAILABLE COPY

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の伝送装置と、前記伝送装置を接続する複数の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有し、オーバーヘッド情報を有する伝送フレームを少なくとも用いてデジタル伝送をなす自己救済型ネットワークであって、前記伝送装置は、当該ネットワークの接続状況と障害情報とを少なくとも格納するネットワーク・テーブルを構成するメモリ部を有し、

前記現用伝送路に障害が生じた際に、前記伝送フレームのオーバーヘッド内の自動切り替え用のバイトの情報に基づき、前記障害に関する切替制御情報を前記ネットワークを構成する前記伝送装置間で交換し、前記切替制御情報と前記ネットワーク・テーブルの情報に基づいて伝送路を切替えるごとく構成されたことを特徴とする自己救済型ネットワーク。

【請求項 2】 前記自己救済型ネットワークが、 $K$  ( $K$  は 3 以上の整数) 個の伝送装置と、前記伝送装置を一連鎖の形状に接続する ( $K-1$ ) 個の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有する自己救済型ネットワークであることを特徴とする請求項第 1 項記載の自己救済型ネットワーク。

【請求項 3】 前記自己救済型ネットワークが、複数の伝送装置と、前記伝送装置を接続する複数の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有する SDH (Synchronous Digital Hierarchy) ネットワークであることを特徴とする請求項第 1 項記載の自己救済型ネットワーク。

【請求項 4】 前記 SDH ネットワークが、 $K$  ( $K$  は 3 以上の整数) 個の伝送装置と、前記伝送装置を一連鎖の形状に接続する ( $K-1$ ) 個の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有する自己救済型ネットワークであることを特徴とする請求項第 3 項記載の自己救済型ネットワーク。

【請求項 5】 前記自己救済型ネットワークが、複数の伝送装置と、前記伝送装置を接続する複数の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有する SONET であることを特徴とする請求項第 1 項記載の自己救済型ネットワーク。

【請求項 6】 前記 SONET が、 $K$  ( $K$  は 3 以上の整数) 個の伝送装置と、前記伝送装置を一連鎖の形状に接続する ( $K-1$ ) 個の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有する自己救済型ネットワークであることを特徴とする請求項第 3 項記載の自己救済型ネットワーク。

【請求項 7】 複数の伝送装置と、前記伝送装置を接続する複数の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有し、オーバーヘッド情報を有する伝送フレームを少なくとも用いてデジタル伝送をなし、且つデジタル伝送におけるポインタ付け替え

2

によってフレーム位相合わせおよびスタッフ制御を行う自己救済型ネットワークであって、前記伝送装置は当該ネットワークの接続状況と障害情報とを少なくとも格納するネットワーク・テーブルを構成するメモリ部を有し、前記現用伝送路に障害が生じた際に、前記伝送フレームのオーバーヘッド内の自動切り替え用のバイトの情報に基づき、前記障害に関する切替制御情報を前記ネットワークを構成する前記伝送装置間で交換し、前記切替制御情報と前記ネットワーク・テーブルの情報に基づいて伝送路を切替えるごとく構成されたことを特徴とする自己救済型ネットワーク。

【請求項 8】 前記自己救済型ネットワークが、 $K$  ( $K$  は 3 以上の整数) 個の伝送装置と、前記伝送装置を一連鎖の形状に接続する ( $K-1$ ) 個の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有する自己救済型ネットワークであることを特徴とする請求項第 7 項記載の自己救済型ネットワーク。

【請求項 9】 前記自己救済型ネットワークが、 $K$  ( $K$  は 3 以上の整数) 個の伝送装置と該伝送装置をリング状に接続する  $K$  個の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有し、且つ前記伝送装置の少なくとも 1 個には 3 本以上の現用伝送路が接続される自己救済型ネットワークであることを特徴とする請求項第 7 項記載の自己救済型ネットワーク。

【請求項 10】 前記自己救済型ネットワークが、 $K$  ( $K$  は 3 以上の整数) 個の伝送装置と該伝送装置をリング状に接続する  $K$  個の予備伝送路と、該伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有し、且つ前記伝送装置の少なくとも 1 個には 3 本以上の現用伝送路が接続される自己救済型ネットワークであることを特徴とする請求項第 1 項記載の自己救済型ネットワーク。

【請求項 11】 前記自己救済型ネットワークが、 $K$  ( $K$  は 3 以上の整数) 個の伝送装置と該伝送装置をリング状に接続する  $K$  個の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有し、且つ前記伝送装置の少なくとも 1 個には 3 本以上の現用伝送路が接続される SDH ネットワークであることを特徴とする請求項第 10 項記載の自己救済型ネットワーク。

【請求項 12】 前記自己救済型ネットワークが、 $K$  ( $K$  は 3 以上の整数) 個の伝送装置と該伝送装置をリング状に接続する  $K$  個の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有し、且つ前記伝送装置の少なくとも 1 個には 3 本以上の現用伝送路が接続される SONET であることを特徴とする請求項第 10 項記載の自己救済型ネットワーク。

【請求項 13】 前記ネットワーク・テーブルは、現用伝送路の伝送装置間に張られる接続情報、予備伝送路の伝送装置間に張られる接続情報、伝送装置番号、現用伝送路に割り当てられた番号、および前記ネットワーク内の伝送路の所定時点の障害情報とを少なくとも格納する為

3

のものであることを特徴とする請求項第1項、第4項、第6項、第7項、第11項、又は第12項記載の自己救済型ネットワーク。

【請求項14】前記オーバーヘッドの情報が、重要度の最も高い現用伝送路の番号と、伝送路の切り替え要求を通知する伝送装置の番号と、この伝送装置の伝送装置の切替応答状態とを少なくとも含むごとく構成されたことを特徴とする請求項第1項、第4項、第6項、第7項、第11項、又は第12項記載の自己救済型ネットワーク。

【請求項15】前記ネットワーク・テーブルは、現用伝送路の伝送装置間に張られる接続情報、予備伝送路の伝送装置間に張られる接続情報、伝送装置番号、現用伝送路に割り当てられた番号、および前記ネットワーク内の伝送路の所定時点の障害情報とを少なくとも格納する為のものであり、且つ前記オーバーヘッドの情報が、重要度の最も高い現用伝送路の番号と、伝送路の切り替え要求を通知する伝送装置の番号と、この伝送装置の伝送装置の切替応答状態とを少なくとも含むごとく構成されたことを特徴とする請求項第1項、第4項、第6項、第7項、第11項、又は第12項記載の自己救済型ネットワーク。

【請求項16】複数の伝送装置と、前記伝送装置を接続する複数の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有し、前記伝送装置は、当該ネットワークの接続状況と障害情報とを少なくとも格納するネットワーク・テーブルを構成するメモリ部を有し、伝送フレームのオーバーヘッド情報を有する伝送フレームを少なくとも用いてデジタル伝送をなす自己救済型ネットワークにおいて、前記現用伝送路少なくとも一つに障害が生じた際に、下記ステップを少なくとも有することを特徴とする自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

(1) 前記障害を検出した第1の伝送装置が、所定の第2の伝送装置に、伝送路の切り替え要求を通知するステップ。

(2) この伝送路の切り替え要求を受信した第2の伝送装置が、前記ネットワーク・テーブルの情報に基づき、この切り替え要求に対応する予備伝送路の使用の可否を判断するステップ。

(3) この予備伝送路の使用の可否の判断が可の場合、前記第2の伝送装置が、前記予備伝送路に切り替え使用する旨の設定を行い、且つこの切り替えの設定を前記第1の伝送装置に通知するステップ。

(4) この切り替えの設定を受信した前記第1の伝送装置が、前記第2の伝送装置が切り替え設定した予備伝送路を使用する旨の伝送路の切り替え設定を行い、且つこの伝送路の切り替え設定を前記第2の伝送装置に通知するステップ。

(5) この伝送路の切り替え設定の通知を受信した前記第2の伝送装置が、前記第1の伝送装置の切り替え設定

4

した予備伝送路を使用する旨の切り替え設定を行うステップ。

【請求項17】前記(2)のステップにおいて、前記現用伝送路少なくとも一つに障害が生じた際に、この予備伝送路の使用の可否の判断が否の場合、前記第2の伝送装置が、前記予備伝送路に切り替え使用する旨の設定を行わないステップを、更に有することを特徴とする請求項16記載の自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

【請求項18】複数の伝送装置と、前記伝送装置を接続する複数の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有し、前記伝送装置は、当該ネットワークの接続状況と障害情報とを少なくとも格納するネットワーク・テーブルを構成するメモリ部を有し、伝送フレームのオーバーヘッド情報を有する伝送フレームを少なくとも用いてデジタル伝送をなす自己救済型ネットワークにおいて、前記現用伝送路少なくとも一つに障害が生じた際に、下記ステップを少なくとも有することを特徴とする自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

(1) 前記障害を検出した第1の伝送装置が、所定の第2の伝送装置に、オーバーヘッドの情報を通知するステップ。

(2) このオーバーヘッドの情報を受信した第2の伝送装置が、前記ネットワーク・テーブルの情報に基づき、この受信したオーバーヘッドの情報に対応する予備伝送路の使用の可否を判断するステップ。

(3) 前記第2の伝送装置が、予備伝送路の使用の可否の前記判断に基づき、前記予備伝送路の切り替えに関する設定を行い、且つこの伝送路の設定に関する情報を前記第1の伝送装置に通知するステップ。

(4) 前記ネットワーク・テーブルに格納された情報を、前記予備伝送路の使用の可否の判断に基づき、新たな情報に書き換えるステップ。

【請求項19】前記自己救済型ネットワークが、K(Kは3以上の整数)個の伝送装置と、前記伝送装置を一連鎖の形状に接続する(K-1)個の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有する自己救済型ネットワークであることを特徴とする請求項第18項記載の自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

【請求項20】前記自己救済型ネットワークが、複数の伝送装置と、前記伝送装置を接続する複数の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有するSDHネットワークであることを特徴とする請求項第18項記載の自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

【請求項21】前記SDHネットワークが、K(Kは3以上の整数)個の伝送装置と、前記伝送装置を一連鎖の形状に接続する(K-1)個の予備伝送路と、前記伝送装

置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有する自己救済型ネットワークであることを特徴とする請求項第 20 項記載の自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

【請求項 22】前記自己救済型ネットワークが、複数の伝送装置と、前記伝送装置を接続する複数の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有する SONET であることを特徴とする請求項第 18 項記載の自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

【請求項 23】前記 SONET が、 $K$  ( $K$  は 3 以上の整数) 個の伝送装置と、前記伝送装置を一連鎖の形状に接続する ( $K-1$ ) 個の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有する自己救済型ネットワークであることを特徴とする請求項第 22 項記載の自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

【請求項 24】前記自己救済型ネットワークが、複数の伝送装置と、前記伝送装置を接続する複数の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有し、前記伝送装置は、当該ネットワークの接続状況と障害情報とを少なくとも格納するネットワーク・テーブルを構成するメモリ部を有し、伝送フレームのオーバーヘッド情報を有する伝送フレームを少なくとも用いてデジタル伝送をなし、且つデジタル伝送におけるポインタ付け替えによってフレーム位相合わせおよびスタッフ制御を行う自己救済型ネットワークであることを特徴とする請求項第 18 項記載の自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

【請求項 25】 $K$  ( $K$  は 3 以上の整数) 個の伝送装置と該伝送装置をリング状に接続する  $K$  個の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有し、且つ前記伝送装置の少なくとも 1 個には 3 本以上の現用伝送路が接続され、前記伝送装置は、当該ネットワークの接続状況と障害情報とを少なくとも格納するネットワーク・テーブルを構成するメモリ部を有し、伝送フレームのオーバーヘッド情報を有する伝送フレームを少なくとも用いてデジタル伝送をなす自己救済型ネットワークにおいて、前記現用伝送路少なくとも一つに障害が生じた際に、下記ステップを少なくとも有することを特徴とする自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

(1) 前記障害を検出した第 1 の伝送装置が、所定の第 2 の伝送装置に、オーバーヘッドの情報を通知するステップ。

(2) このオーバーヘッドの情報をを受信した第 2 の伝送装置が、前記ネットワークテーブルに基づき、この受信したオーバーヘッドの情報に対応する予備伝送路の使用の可否を判断するステップ。

(3) 前記第 2 の伝送装置が、予備伝送路の使用の可否の前記判断に基づき、前記予備伝送路の切り替えに関する設定を行い、且つこの伝送路の設定に関する情報を前

記第 1 の伝送装置に通知するステップ。

(4) 前記ネットワーク・テーブルに格納された情報を、前記予備伝送路の使用の可否の判断に基づき、新たな情報に書き換えるステップ。

【請求項 26】前記自己救済型ネットワークが、 $K$  ( $K$  は 3 以上の整数) 個の伝送装置と、前記伝送装置をリング状に接続する  $K$  個の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有し、且つ前記伝送装置の少なくとも 1 個には 3 本以上の現用伝送路が接続される SDH ネットワークであることを特徴とする請求項第 25 項記載の自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

【請求項 27】前記自己救済型ネットワークが、 $K$  ( $K$  は 3 以上の整数) 個の伝送装置と、前記伝送装置をリング状に接続する  $K$  個の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有し、且つ前記伝送装置の少なくとも 1 個には 3 本以上の現用伝送路が接続される SONET であることを特徴とする請求項第 25 項記載の自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

【請求項 28】前記自己救済型ネットワークが、 $K$  ( $K$  は 3 以上の整数) 個の伝送装置と、前記伝送装置をリング状に接続する  $K$  個の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有し、且つ前記伝送装置の少なくとも 1 個には 3 本以上の現用伝送路が接続され、伝送フレームのオーバーヘッド情報を有する伝送フレームを少なくとも用いてデジタル伝送をなし、且つデジタル伝送におけるポインタ付け替えによってフレーム位相合わせおよびスタッフ制御を行う自己救済型ネットワークであることを特徴とする請求項第 25 項記載の自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

【請求項 29】前記オーバーヘッドの情報に、重要度の最も高い現用伝送路の番号と、伝送路の切り替え要求を通知する伝送装置の番号と、この伝送装置の伝送装置の切替応答状態とを少なくとも含むことを特徴とする請求項第 16 項、第 18 項又は第 25 項記載の自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

【請求項 30】前記ネットワーク・テーブルに格納された情報は、現用伝送路の伝送装置間に張られる接続情報、予備伝送路の伝送装置間に張られる接続情報、伝送装置番号、現用伝送路の信号救済に使用される予備伝送路のパス情報、現用伝送路に割り当てられた番号、および前記ネットワーク内の伝送路の現在の障害情報とを少なくとも含むことを特徴とする第 16 項、第 18 項又は請求項第 25 項記載の自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

【請求項 31】前記ネットワーク・テーブルに格納された情報は、前記処理部からの信号により動的に更新されることを特徴とする請求項第 16 項、第 18 項又は第 25 項記載の自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

【請求項 32】複数の現用伝送路との接続部と、複数の

予備伝送路との接続部と、前記現用伝送路の異常を監視するためのモニター部と、予備伝送路を経て隣接する伝送装置と障害情報の交換を行うためのオーバーヘッド内の自動切り替え用の領域に格納された情報の送受信部と、ネットワークの接続状況と障害情報とを格納するためのネットワーク・テーブルと、このネットワークテーブルに格納された情報と、前記モニター部の伝送路監視結果の情報と、オーバーヘッド内の自動切り替え用の領域に格納された前記情報とに基づいて、伝送路切り替えの設定とこの伝送路切り替えの設定を前記隣接する伝送装置への通知を少なくとも行う処理部とを、少なくとも有することを特徴とする伝送装置。

【請求項33】前記ネットワーク・テーブルは、現用伝送路の伝送装置間に張られる接続情報、予備伝送路の伝送装置間に張られる接続情報、伝送装置番号、現用伝送路に割り当てられた番号、および前記ネットワーク内の伝送路の所定時点の障害情報とを少なくとも格納する為のものであることを特徴とする請求項第32項記載の伝送装置。

【請求項34】前記オーバーヘッドの情報が、重要度の最も高い現用伝送路の番号と、伝送路の切り替え要求を通知する伝送装置の番号と、この伝送装置の伝送装置の切替応答状態とを少なくとも含むごとく構成されたことを特徴とする請求項第32項記載の伝送装置。

【請求項35】前記ネットワーク・テーブルは、現用伝送路の伝送装置間に張られる接続情報、予備伝送路の伝送装置間に張られる接続情報、伝送装置番号、現用伝送路に割り当てられた番号、および前記ネットワーク内の伝送路の所定時点の障害情報とを少なくとも格納する為のものであり、且つ前記オーバーヘッドの情報が、重要度の最も高い現用伝送路の番号と、伝送路の切り替え要求を通知する伝送装置の番号と、この伝送装置の伝送装置の切替応答状態とを少なくとも含むごとく構成されたことを特徴とする請求項第32項記載の伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、伝送ネットワークにおける伝送路の切替方式に関する。本発明は、特にSONETまたはSDH(Synchronous Digital Hierarchy)ネットワークに適する伝送路切替方法、伝送装置、およびネットワークの構成方法に適用して有用なものである。

【0002】

【従来の技術】近年、回線のサービスの信頼性を向上するため、回線の障害(たとえば、不意による伝送路の切断や劣化、中継器の故障など)に対する信号の救済を行うさまざまな伝送路の切替方式が提案されている。

【0003】その例を示せば、(1)複数の現用伝送路および予備伝送路を同一経路に配置した1:N型NPS(Nested Protection Switch

ing)ネットワークやその伝送路切替方式また(2)複数の伝送装置を現用伝送路および予備伝送路によりリング状に接続した4-Fiber型BLSR(Bidirectional Line Switching Ring)とその伝送路切替方式などが提案されている。前者の例は、例えば、Nested Protection Switching T1X1.5/90-132,1992とFiber Network Service Survivabilityであり、後者の例は、例えばBellcore SONET BLSR Genetic Criteria GR-1230-CORE,1993である。

【0004】図9は1:N型NPSネットワークを説明する図である。図9において101~104は伝送装置である。図9の例では次のような接続を持っている。現用伝送路105は伝送装置101と102で終端される。一方、現用伝送路106は伝送装置102と103で終端される。現用伝送路105と106は伝送装置102内でアッド・ドロップ装置を用いて結合されている。現用伝送路107は伝送装置102と104で終端している。そして、この現用伝送路107は伝送装置103で中継されている。

【0005】他方、予備伝送路109~111は図9に点線で示されている。この予備伝送路109~111は伝送装置101~104のすべてに接続され、各々の伝送装置内でアッド・ドロップ装置114を用いて結合されている。各々の伝送装置は伝送路を切替える能力を有し、これらの伝送装置において、現用伝送路と予備伝送路は双方向に信号が伝送出来るようにされている。

【0006】図9に示した1:N型NPSネットワークは、現用伝送路の必要に応じて伝送装置にアッド・ドロップ装置や中継器装置を選択できる。このことに依って、このN型NPSネットワークのサービスのフレキシビリティ(flexibility)は向上する。また、このネットワークは予備伝送路をN本の現用伝送路で共有するため、その経済効率が優れている。さらに、このネットワークは現用伝送路の増設に対しても優れている。たとえば伝送装置101と103間のトラフィック(traffic)を新たに追加しようとする場合、必要な容量だけの現用伝送路を追加することが容易に可能である。即ち、現用伝送路108のように、伝送装置101と103で終端を行い、伝送装置102で中継を行うことにより実現される。

【0007】現在、このような構成で、障害が発生したとき、どのような切替を行うべきかを図9を用いて説明する。その切り替え方法は次の3つの要素に依存する。即ち、それらの要素は(1)障害が発生した伝送路の位置と、(2)障害の重要度と、および(3)発生した順序である。

【0008】現用伝送路105において、重要度が3である第一の障害が発生した場合、この現用伝送路は予備

10

20

30

40

50

伝送路109を使用して救済される。この場合、重要度の値が大きくなるほど優先的に障害の救済が行われる。

【0009】現用伝送路106において、重要度が1である第2の障害が発生した場合、この現用伝送路は予備伝送路110を使用して救済される。

【0010】現用伝送路108において、重要度が2である第3の障害が発生した場合、予備伝送路109と110が必要である。しかし、この例では、すでに予備伝送路109と110が使用されている。ここで、その予備伝送路の重要度を調べると、予備伝送路109は重要度3であり、予備伝送路110は重要度1である。このとき、予備伝送路109の重要度が現用伝送路108の障害の重要度よりも高いため、現用伝送路108は救済されない。このとき、現用伝送路の106は救済された状態のままである。そのため現用伝送路108の障害を検出した伝送装置は現用伝送路108が拒否されていることを知らなければならない。

【0011】現用伝送路107において、重要度が2である第4の障害が発生した場合、予備伝送路110と111が必要であるが、すでに予備伝送路110が使用されている。その予備伝送路の重要度を調べると、予備伝送路110は重要度1であり、予備伝送路111の重要度は現用伝送路107の重要度より低い。従って、予備伝送路110は現用伝送路107の救済に使用される。このとき、第4の障害は救済されるが、第2の障害と第3の障害は救済されない。

【0012】このようにNPSネットワークの伝送路切替判定や伝送路の切替動作は、現用伝送路が終端されている伝送装置で行なわれている。この為、伝送装置はその現用伝送路が、予備伝送路を重複して要求している他の伝送路に関する情報を知らなければならない。従って、各伝送装置相互の間で切替制御情報の授受を行い、これに基づいて切替動作の適否を判断しなければならない。

【0013】この切替を、SONET/SDHのオーバーヘッドによる伝送装置内の制御情報の交換によって実行しようとする、次のような諸方法が提案されている。それらは、(1)APS(Automatic Protection Switching)バイト(byte)とDCCバイトを用いた方法(T1X1.5/90-132)と、(2)APSバイトとタイマーを用いた方法(Fiber Network Service Survivability)である。ここで、APSバイトとは、SONET/SDHで伝送路切替の制御情報の交換に用いるため、SONET/SDHにおいて定義されているバイトである。APSバイトはK1バイトとK2バイトと呼ばれるバイトから成り立っている。ポイント・トゥ・ポイントにおけるAPSバイトの使用方法は、例えば、「Bellcore GR-253-CORE, Issue 1, December1993」の5章に詳しく述べられている。

【0014】上述の切り替えの第1の方法である「T1X1.5/90-132」は、複数のDCCバイトを用いて現用伝送路の重要度を送信し、それら重要度の比較によって、現用伝送路の最適な切替を行う方法である。

【0015】また、上述の切り替えの第2の方法である「Fiber Network Service Survivability」は次の方法である。障害を検出した伝送装置がAPSバイトのK1バイトを送信し、K2バイトの応答を待つ。目的局は、K1バイトが受信されると予備伝送路が確保できたと判断し、応答を示したK2バイトを送信する。発信元はこの応答を示したK2バイトを受信すると切替動作を開始する。もし、目的局までの途中に重要度の高い要求が存在するとき、K1バイトは目的局に到達せず、応答を示したK2バイトが送信されない。このため、障害を検出した伝送装置はタイムアウトとなることにより切替動作は行わないと判断する。

【0016】図10は伝送方式の一つである4Fiber型BLSRを説明する図である。図10において115~118は伝送装置である。現用伝送路119~122と予備伝送路122~125によりリング上に接続されている。各々の伝送装置は伝送路切替能力を有し、これらの伝送装置は現用伝送路と予備伝送路は双方向に信号が伝送するようにされている。

【0017】この4Fiber型BLSRでの回線の障害に対する伝送路の切り替えに関する基本動作を述べる。図10において、現用伝送路122で障害が発生した場合、予備伝送路126を使用して、信号の救済を行う。また、現用伝送路122と予備伝送路126の両方において障害が発生した場合、リング型の特徴である迂回路を使用する、つまり、4Fiber型BLSRの伝送方式は、予備伝送路123~125を使用することにより信号の救済を行うことができる。このようにリング型での救済方法の特徴は、時計回りと反時計回りの2つの経路を選択できることである。この為、4Fiber型BLSRの伝送方式に対しては、従来、APSバイトだけを用いて高速に切替ができる方法(GR-1230-CORE)が提案されている。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】ネットワークの高機能・性能化、各種情報の柔軟な多重化、通信装置のマルチベンダ化を可能にするため、同時デジタルハイアラキー(SDH)が標準化されている。SDHはフレーム単位で伝送され、伝送フレームのオーバーヘッドには上記のような回線切り替えの制御信号としてAPS(Automatic Protection Switching)バイト(K1・K2バイト)が割り当てられる。

【0019】PTP(Point-to-Point)方式とRing方式のAPSバイトは表1のように標準化されている。こうして、リニア型とリング型ネットワークの回線切り替えを

実現している。

【0020】しかし、NPS型ネットワークは多回線・多ノードであるため、これまでのAPSバイトは適用出来ない。また、NPS方式は一本の予備回路に対して複数の現用回線が割り当てられるため、多重障害に対する効率的な救済も考慮しなければならない。

【0021】従来から提案されているNPSネットワークの切替方法の難点について、更に詳細に説明する。

【0022】第1はAPSバイトとDCCを用いた場合、複数のDCCを一つの制御部で処理するため、非常に複雑で切替決定時間が長くなってしまうという問題である。第2は、APSバイトとタイマーを用いた場合、発信元が応答した信号が到着する場合と、しない場合があるため、低速で且つ信頼性が低いという問題である。また、現用伝送路と予備伝送路がすべて同一経路を通過しなければならず、伝送装置の配置や伝送路の敷設に対して制限がある。

【0023】また、上記の従来から提案されているBLSRでは、次のような難点を有している。BLSRは1:1のシステムであるため、現用伝送路の伝送容量の分だけの予備伝送路を敷設しなければならない。従って、最大トラフィックのスパンに必要な容量が、リング全体の容量として必要になる。図10において、たとえば、伝送装置114と115の間のトラフィックだけがネットワークの中で最大容量値となると、現用伝送路118が、定義された光ファイバの伝送容量をその最大値に設定するだけでなく、リング全体の伝送路をその最大容量値に構築する必要がある。このように、特定の区間のトラフィックだけを増加するために、ネットワーク全体の容量を増加しなければならない。従って、伝送路の使用効率や経済性に問題が大きい。

【0024】上記に詳細に説明したように、NPS型ネットワークの切り替えには、現用回線の番号とその優先度、切り替え信号の発出および目的ノードの情報が必要となり、PTP方式やRing方式のAPSバイトで切り替えを実現しようとすると容量が不足する。

【0025】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、予備比率が小さく、高速の伝送路切替方法が可能なネットワークと、そのネットワークに用いられる伝送装置と、その制御方法とを提供することである。

【0026】次に本発明の概要について略述し、次いで本願明細書に開示される本発明の各種形態を詳細に説明する。

【0027】(1) 代表的な自己救済型ネットワークは次の通りである。

【0028】複数の伝送装置と、前記伝送装置を接続する複数の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有し、オーバーヘッド情報を有する伝送フレームを少なくとも用いてデジタル伝

送をなす自己救済型ネットワークであって、前記伝送装置は、当該ネットワークの接続状況と障害情報とを少なくとも格納するネットワーク・テーブルを構成するメモリ部を有し、前記現用伝送路に障害が生じた際に、前記伝送フレームのオーバーヘッド内の自動切り替え用のバイトの情報に基づき、前記障害に関する切替制御情報を前記ネットワークを構成する前記伝送装置間で交換し、前記切替制御情報と前記ネットワーク・テーブルの情報に基づいて伝送路を切替えるごとく構成されたことを特徴とする自己救済型ネットワーク。

【0029】(2) 更には、次の形態である。

【0030】複数の伝送装置と、前記伝送装置を接続する複数の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有し、オーバーヘッド情報を有する伝送フレームを少なくとも用いてデジタル伝送をなし、且つデジタル伝送におけるポイント付け替えによってフレーム位相合わせおよびスタッフ制御を行う自己救済型ネットワークであって、前記伝送装置は当該ネットワークの接続状況と障害情報とを少なくとも格納するネットワーク・テーブルを構成するメモリ部を有し、前記現用伝送路に障害が生じた際に、前記伝送フレームのオーバーヘッド内の自動切り替え用のバイトの情報に基づき、前記障害に関する切替制御情報を前記ネットワークを構成する前記伝送装置間で交換し、前記切替制御情報と前記ネットワーク・テーブルの情報に基づいて伝送路を切替えるごとく構成されたことを特徴とする自己救済型ネットワーク。

【0031】本発明の基本思想は、APSバイトにこれらの情報のうち現用回線の番号と、その優先度と、切り替え信号の発出ノード番号を割り当てるものである。さらに、ネットワークの接続状況と障害情報を格納するネットワークテーブルを各ノードに用意する。これによって、受信したAPSバイトに含まれる現用回線の番号、発出ノード番号とネットワークテーブルの接続状況とから目的ノードの特定が可能となる。

【0032】上記各種情報のAPSバイト内での割り当て状況の例を表2に示す。APSバイト内のK1バイトおよびK2バイトには、それぞれ2種類づつの情報が割り当てられる。例えば、K1バイトには(1)優先度、(2)現用回線番号が割り当てられる。K2バイトには(1)発出ノード番号、(2)切り替え状態が割り当てられる。

【0033】また、本方式ではAPSバイトを回線切り替えの目的に使用するだけでなく、他のノードにあるネットワークテーブルの情報更新のために使用し、これにより高速な切り替え判定を実現することが出来る。

【0034】次に、本発明の基本的な切り替えプロトコルを説明する。

【0035】図33は最も基本的な切り替えプロトコルである。時刻T1時に現用回線#1で障害が発生した場

合、ノードBは障害を検出して「切替要求」をノードAに通知する。ノードAは予備回線#0が確保出来たことを確認したのち、送信側の切り替えを行い、ノードBに通知する。次に、ノードBは送信側と受信側の切り替えを行い、切り替えが完了したことをノードAに知らせる。ノードAも受信側の切り替えを行い、時刻T2に全ての切り替えが完了する。

【0036】次に、本発明に基づく多重障害の切り替えの切り替えプロトコルを説明する。

【0037】図34は多重障害の例を示す例である。回線#1(障害SD)、#3(障害SF)がすでに予備回線を使用して救済されており、さらに回線#2で障害SFが発生した場合を考える。ここで、次の2つの規則を定めておく。SF(信号障害)はSD(信号劣化)より優先度が高く(規則1)、優先度が等しい場合は既に救済されている回線の切り替えを維持するものとする(規則2)。

【0038】これまでの切り替え方式では、回線#1を救済していたノードAB間の予備回線は上記規則1により回線#1の救済をやめる。ところが、ノードBC間の予備回線は上記規則2により回線#3を救済したままになる。この結果、回線#1および#2の救済は共に行えず、結局ノードAB間の予備回線が有効利用されないことになる。

【0039】本発明の方法によれば、現在の救済状態を維持したまま、新たに発生した障害情報をノード間で交換することにより予備回路の使用効率を向上させる。

【0040】この方式を実現するため、本発明では、そのAPSバイトでは、新たに障害が発生した現用回線の番号をK1バイトに割り当てる。かつ現在救済されている現用回線の優先度と新たに障害が発生した現用回線の優先度をK1バイトに多重化する(例えば、表2におけるSF on SD等)。

【0041】また、救済が不可能なSFはSDより優先度を低くするものとする(規則3)。本方式の多重化機能を用いてノードAB間で、障害情報の交換を行うことによって、回線#1を救済していたノードAB間の予備回線は規則3により、回線#1の救済を維持したままになる。この結果、回線#2の救済は行えないが、回線#1の救済の維持が可能となり、ノードAB間の予備回線が有効利用されている。

【0042】従来の切り替え方式はPTP型とRing型は互換性がなかった。本発明の方式によると、例えばノードの追加などによって、ネットワークの形状がリニアからリングに変更しても、ネットワークテーブル(Network Table)を更新するのみで良い。このように本発明の自己救済方式はネットワーク運用ソフトウェアの流用が可能である。

【0043】また、本発明の自己救済方式は、多重障害の場合、障害回線の救済が確実であることを確認したの

ちに予備回線の切り替えを行う為、予備回線を効率良く使用した救済が可能となる。

【0044】また、本発明の自己救済方式は、PTP方式の特徴であった1:N切替とRing方式と特徴であったRing切替も継承している為、より信頼性のある切り替えが可能となる。

【0045】以上説明した自己救済型ネットワークの伝送路切替方法の基本を纏めれば、次の通りである。

【0046】(1) 複数の伝送装置と、前記伝送装置を接続する複数の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有し、前記伝送装置は、当該ネットワークの接続状況と障害情報とを少なくとも格納するネットワーク・テーブルを構成するメモリ部を有し、伝送フレームのオーバーヘッド情報を有する伝送フレームを少なくとも用いてデジタル伝送をなす自己救済型ネットワークにおいて、前記現用伝送路少なくとも一つに障害が生じた際に、下記ステップを少なくとも有することを特徴とする自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

【0047】(A) 前記障害を検出した第1の伝送装置が、所定の第2の伝送装置に、伝送路の切り替え要求を通知するステップ。

【0048】(B) この伝送路の切り替え要求を受信した第2の伝送装置が、前記ネットワーク・テーブルの情報に基づき、この切り替え要求に対応する予備伝送路の使用の可否を判断するステップ。

【0049】(C) この予備伝送路の使用の可否の判断が可の場合、前記第2の伝送装置が、前記予備伝送路に切り替え使用する旨の設定を行い、且つこの切り替えの設定を前記第1の伝送装置に通知するステップ。

【0050】(D) この切り替えの設定を受信した前記第1の伝送装置が、前記第2の伝送装置が切り替え設定した予備伝送路を使用する旨の伝送路の切り替え設定を行い、且つこの伝送路の切り替え設定を前記第2の伝送装置に通知するステップ。

【0051】(E) この伝送路の切り替え設定の通知を受信した前記第2の伝送装置が、前記第1の伝送装置の切り替え設定した予備伝送路を使用する旨の切り替え設定を行うステップ。

【0052】(2) 前記(B)のステップにおいて、前記現用伝送路少なくとも一つに障害が生じた際に、この予備伝送路の使用の可否の判断が否の場合、前記第2の伝送装置が、前記予備伝送路に切り替え使用する旨の設定を行わないステップを、更に有することを特徴とする請求項19記載の自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

【0053】(3) 複数の伝送装置と、前記伝送装置を接続する複数の予備伝送路と、前記伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを少なくとも有し、前記伝送装置は、当該ネットワークの接続状況と障害情報とを少な



15

くとも格納するネットワーク・テーブルを構成するメモリ部を有し、伝送フレームのオーバーヘッド情報を有する伝送フレームを少なくとも用いてデジタル伝送をなす自己救済型ネットワークにおいて、前記現用伝送路少なくとも一つに障害が生じた際に、下記ステップを少なくとも有することを特徴とする自己救済型ネットワークの伝送路切替方法。

【0054】(A) 前記障害を検出した第1の伝送装置が、所定の第2の伝送装置に、オーバーヘッドの情報を通知するステップ。

【0055】(B) このオーバーヘッドの情報を受信した第2の伝送装置が、前記ネットワーク・テーブルの情報に基づき、この受信したオーバーヘッドの情報に対応する予備伝送路の使用の可否を判断するステップ。

【0056】(C) 前記第2の伝送装置が、予備伝送路の使用の可否の前記判断に基づき、前記予備伝送路の切り替えに関する設定を行い、且つこの伝送路の設定に関する情報を前記第1の伝送装置に通知するステップ。

【0057】(D) 前記ネットワーク・テーブルに格納された情報を、前記予備伝送路の使用の可否の判断に基づき、新たな情報に書き換えるステップ。

【0058】次に、本願明細書に開示される発明のうち更なる仔細な形態例の概要を説明する。

【0059】本発明のネットワークは、K (Kは3以上の整数) 個の伝送装置と該伝送装置を一連鎖の形状に接続する (K-1) 個の予備伝送路と、該伝送装置を接続する複数の現用伝送路とから形成され、伝送フレームにオーバーヘッドを有するネットワークであって、前記現用伝送路に障害が生じた際に、該障害に関する切替制御情報をすべて伝送フレームのオーバーヘッド内の自動切替のバイトにより前記ネットワークを構成するすべての該伝送装置間で交換し、該切替制御情報に基づいて伝送路切替回路を行うものである。

【0060】尚、伝送フレームが有するオーバーヘッドは、ネットワークの運用保守情報を転送する領域のことである。また、このオーバーヘッド内の自動切替用のバイトは、伝送システムの中継器や伝送媒体の故障に対して、伝送端局装置間でシステム切り替えを制御する信号の授受と、警報状態の表示に使用されるものである。SONET又はSDHネットワークでは、この自動切替用のバイトはAPSバイトと称され、通例、K1およびK2の二つの領域で構成されている。

【0061】従って、代表的なSONET又はSDHネットワークに本願発明を適用して極めて有用なものである。

【0062】即ち、本発明のネットワークの代表例は、K (Kは3以上の整数) 個の伝送装置と該伝送装置を一連鎖の形状に接続する (K-1) 個の予備伝送路と、該伝送装置を接続する複数の現用伝送路とから形成されるSONET又はSDHネットワークであって、前記現用

16

伝送路に障害が生じた際に、該障害に関する切替制御情報をすべてSONET又はSDHフレームのオーバーヘッドのAPSバイトにより前記ネットワークを構成するすべての該伝送装置間で交換し、該切替制御情報に基づいて伝送路切替を行うものである。

【0063】また、本発明の別な形態は次のようなRing型に関するものである。

【0064】K (Kは3以上の整数) 個の伝送装置と該伝送装置をリング状に接続するK個の予備伝送路と、該伝送装置を接続する複数の現用伝送路とから形成され、伝送フレームにオーバーヘッドを有し、かつ前記伝送装置の少なくとも1個には3本以上の現用伝送路が接続されるネットワークであって、前記現用または予備伝送路に障害が生じた際に、該障害に関する切替制御情報を伝送フレームのオーバーヘッドの自動切替用バイトにより前記ネットワークを構成するすべての該伝送装置間で交換し、該切替制御情報に基づいて伝送路切替を行うものである。

【0065】従って、Ring型に関しても、代表的なSONET又はSDHネットワークに本願発明を適用して極めて有用なものである。

【0066】次に、本発明の伝送装置は、つぎの構成を有する。

【0067】例えば、K (Kは3以上の整数) 個の伝送装置と、該伝送装置を一連鎖の形状に接続するK-1個の予備伝送路と、該伝送装置を接続する複数の現用伝送路とを有して形成されるネットワークに用いられる伝送装置であって、該伝送装置の各々に予備伝送路を経て隣接する伝送装置と障害情報の交換を行うための伝送フレームのオーバーヘッドの自動切り替え用の送受信部と、前記現用伝送路の異常を監視するためのモニター部と、ネットワーク構成を示すデータを記憶するためのネットワークテーブルの為の記憶部と、少なくとも伝送路切替の動作決定と送信自動切り替え用のバイトの決定を行う処理部を備えているものである。

【0068】尚、伝送路切替の動作決定と送信自動切り替え用のバイトの決定とは、該モニター部の伝送路監視結果と、受信自動切り替え用バイトとに基づいて行われる。

【0069】本伝送装置は、代表的なSONET又はSDHネットワークに適用して極めて有用なものである。

【0070】更に、Ring型に関する伝送装置は次のような構成を有する。

【0071】例えば、K (Kは3以上の整数) 個の伝送装置と該伝送装置を一連鎖の形状に接続するK-1個の予備伝送路と、該伝送装置を接続する複数の現用伝送路とから形成されるネットワークに用いられる伝送装置であって、該伝送装置の各々に予備伝送路を経て隣接する伝送装置と障害情報の交換を行うための伝送フレームのオーバーヘッドの自動切り替えバイト送受信部と、前記現

10

20

30

40

50

17

用伝送路の異常を監視するためのモニター部と、ネットワーク構成を示すデータを記憶するためのネットワークテーブルの為の記憶部と、伝送路切替の動作決定と「送信自動切り替えバイト」の決定を行う処理部を備えているものである。

【0072】尚、伝送路切替の動作決定と「送信自動切り替えバイト」の決定は該モニター部の伝送路監視結果と、受信自動切り替えバイトとに基づいて行われる。

【0073】本伝送装置は、代表的なSONET又はSDHネットワークに適用して極めて有用なものである。

【0074】さらに、前記ネットワーク構成を示すデータは、現用伝送路の伝送装置間に張られる接続情報、予備伝送路の伝送装置間に張られる接続情報、伝送装置番号、現用伝送路に割り当てられた番号、前記ネットワーク内の伝送路の現在の障害情報を含むものである。

【0075】更に、別な本願発明の別な形態は次の通りである。

【0076】K（Kは3以上の整数）個の伝送装置と該伝送装置をリング状に接続するK個の予備伝送路と、該伝送装置を接続する複数の現用伝送路とから形成され、かつ前記伝送装置の少なくとも1個には3本以上の現用伝送路が接続されるSONET又はSDHネットワークに用いられる伝送装置であって、該伝送装置の各々に予備伝送路を経て隣接する伝送装置と障害情報の交換を行うためのSONET又はSDHフレームのオーバーヘッドのAPSバイト送受信部と、前記現用伝送路の異常を監視するためのモニター部と、ネットワーク構成を示すデータを記憶するためのネットワークテーブルの為の記憶部と、該モニター部の伝送路監視結果と、受信APSバイトとに基づいて伝送路切替の動作決定と送信APSバイトの決定を行う処理部を備えているものである。

【0077】さらに、前記ネットワーク構成を示すデータは、現用伝送路の伝送装置間に張られる接続情報、予備伝送路の伝送装置間に張られる接続情報、伝送装置番号、現用伝送路の信号救済に使用される予備伝送路のパス情報、現用伝送路に割り当てられた番号、前記ネットワーク内の伝送路の現在の障害情報を含むものである。

【0078】本発明の伝送装置において、前記ネットワーク構成を示すデータを前記処理部からの信号により動的に更新する。

【0079】次に、本発明の伝送路切替方法の諸例を説明する。

【0080】本発明の伝送路切替方法の例は、K（Kは3以上の整数）個の伝送装置と該伝送装置を一連鎖の形状に接続するK-1個の予備伝送路と、該伝送装置を接続する複数の現用伝送路とから形成されるネットワークに用いられる伝送装置の処理部が行う伝送路切替制御方法であって、（1）受信APSバイトの内容を解析する第1のステップと、（2）該解析結果に基づいて送信APSバイトを処理する第2ステップと、（3）該解析結

18

果に基づいてネットワークテーブルを更新する第3ステップと（4）処理されたAPSバイトの送信方向を設定する第4ステップとからなるものである。

【0081】また、本発明の伝送路切替方法の別な例は、K（Kは3以上の整数）個の伝送装置と該伝送装置をリング状に接続するK個の予備伝送路と、該伝送装置を接続する複数の現用伝送路とから形成され、かつ前記伝送装置の少なくとも1個には3本以上の現用伝送路が接続されるネットワークに用いられる伝送装置の処理部が行う伝送路切替制御方法であって、（1）受信APSバイトの内容を解析する第1のステップと、（2）該解析結果に基づいて送信APSバイトを処理する第2ステップと、（3）該解析結果に基づいてネットワークテーブルを更新する第3ステップと（4）処理されたAPSバイトの送信方向を設定する第4ステップとからなるものである。

【0082】さらに、本発明に係わる伝送路切替制御方法の例は、次のようなものである。以下、上記二つの伝送路切替制御方法を元に説明する。

【0083】（1）即ち、前記二つの伝送路切替制御方法において、前記第2のステップは切替のトリガーとなる要求信号を生成するステップを含み、前記第4のステップは、ネットワークテーブルに記憶されたデータに基づいて、救済に使用されるパス上を該要求信号の送信方向と設定するステップを含むものである。

【0084】また、さらに本発明に係わる伝送路切替制御方法の例は、次のようなものである。

【0085】（2）即ち、前記二つの伝送路切替制御方法において、前記第2のステップは、切替の状況が示された状況信号を生成するステップを含み、前記第4のステップは、ネットワークテーブルに記憶されたデータに基づいて、救済に使用されないパス上を該状況信号の送信方向と設定するステップを含むものである。

【0086】また、さらに本発明に係わる伝送路切替制御方法の例は、次のようなものである。

【0087】（3）即ち、前記二つの伝送路切替制御方法において、前記第2のステップは、前記第1のステップで受信したAPSバイトが切替トリガーを示す要求信号で、かつ切替要求を示し、かつ自局宛であると判定された場合には、該伝送装置が切替要求に対する応答を示すAPSバイトを生成するステップを含むものである。

【0088】また、さらに本発明に係わる伝送路切替制御方法の例は、次のようなものである。

【0089】（4）即ち、前記二つの伝送路切替制御方法において、前記第2のステップは、前記第1のステップで受信したAPSバイトが切替トリガーを示す要求信号で、かつ切替要求に対する応答を示し、かつ自局宛であると判定された場合には、該伝送装置が保護要求を示すAPSバイトを生成するステップを含むものである。

【0090】また、さらに本発明に係わる伝送路切替制

19

御方法の例は、次のようなものである。

【0091】(5)即ち、前記二つの伝送路切替制御方法において、前記第2のステップは、前記第1のステップで受信したAPSバイトが切替トリガーを示す要求信号で、かつ保護要求を示し、かつ自局宛であると判定された場合には、該伝送装置が保護要求を示すAPSバイトを生成するステップを含む。

【0092】また、さらに本発明に係わる伝送路切替制御方法の例は、次のようなものである。

【0093】(6)即ち、前記二つの伝送路切替制御方法において、前記第2のステップは、自伝送装置で切替が行われているとき、前記第1のステップで受信したAPSバイトが自局宛でなく、かつ切替トリガーを示す要求信号であり、と判定された場合、APSバイトを再生成するステップを含むものである。

【0094】また、さらに本発明に係わる伝送路切替制御方法の例は、次のようなものである。

【0095】(7)即ち、前記二つの伝送路切替制御方法において、前記第2のステップは、伝送装置が複数の障害情報を検出または受信する場合、前記ネットワークテーブルに記憶されたデータに基づいて、該複数の障害情報が多重化されたAPSバイトを生成するステップを含むものである。

【0096】また、さらに本発明に係わる伝送路切替制御方法の例は、次のようなものである。

【0097】(8)即ち、前記二つの伝送路切替制御方法において、前記第2のステップは、前記第1のステップで受信したAPSバイトが自局宛でなく、かつ切替トリガーを示す要求信号であり、受信方向とは反対側の予備伝送路がすでに他の障害の救済に使用されており、該救済された障害の重要度より受信したAPSバイトの重要度の方が高いと判定された場合には、障害が救済された現用伝送路の切替が完了している情報と、受信したAPSバイトの切替要求とが多重化されたAPSバイトを生成するステップを含み、前記第4のステップは、生成されたAPSバイトの送信方向を前記受信APSバイトの受信方向の反対側と設定するステップを含む。

【0098】(9)また、さらに前記第2のステップは、前記第1のステップで受信したAPSバイトが自局宛でなく、かつ切替トリガーを示す要求信号であり、受信方向とは反対側の予備伝送路がすでに他の障害の救済に使用されており、該救済された障害の重要度より前記受信したAPSバイトの重要度の方が低いとか等しいと判定された場合には、切替拒否を含むAPSバイトを生成するステップを含み、前記第4のステップは、該生成されたAPSバイトの送信方向を前記受信APSバイトの受信側と設定するステップを含むものである。

【0099】また、さらに本発明に係わる伝送路切替制御方法の例は、次のようなものである。

【0100】(10)即ち、前記二つの伝送路切替制御

20

方法において、前記第2のステップは、前記第1のステップで受信したAPSバイトが自局宛でなく、かつ切替トリガーを示す要求信号であり、受信方向とは反対側の予備伝送路がすでに他の障害の救済に使用されており、該救済された障害の重要度より受信したAPSバイトの重要度の方が高いと判定された場合には、障害が救済された現用伝送路の切替が完了している情報と、受信したAPSバイトの切替拒否とが多重化されたAPSバイトを生成するステップを含み、前記第4のステップは、生成されたAPSバイトの送信方向を前記受信APSバイトの受信方向の反対側と設定するステップを含むものである。

【0101】また、さらに本発明に係わる伝送路切替制御方法の例は、次のようなものである。

【0102】(11)即ち、前記二つの伝送路切替制御方法において、前記第2のステップは、前記第1のステップで受信したAPSバイトが切替拒否を示し、かつ自局宛であると判定された場合には、前記第3のステップは、該切替拒否の要因となる要求の重要度を降下させ、ネットワークテーブルのデータを更新するステップを含むものである。

【0103】また、さらに本発明に係わる伝送路切替制御方法の例は、次のようなものである。

【0104】(12)即ち、前記二つの伝送路切替制御方法において、前記第3のステップは、前記第1のステップで受信したAPSバイトが切替拒否を示し、かつ自局宛である判定された場合には、該ネットワークテーブルに記憶された救済に使用される予備伝送路のパスと異なるパスが存在するか否かの判定を行い、異なるパスが存在するとき、ネットワークテーブルに記憶されている現用伝送路の信号救済に使用される予備伝送路のパス情報を更新するステップを含むものである。

【0105】また、さらに本発明に係わる伝送路切替制御方法の例は、次のようなものである。

【0106】(13)即ち、前記二つの伝送路切替制御方法において、前記第2のステップは、自伝送装置で切替が行われていないとき、前記第1のステップで受信したAPSバイトが自局宛でなく、かつ切替トリガーを示す要求信号である判定された場合には、APSバイトを変更しないで送信APSバイトとして転送するステップを含むものである。

【0107】また、さらに本発明に係わる伝送路切替制御方法の例は、次のようなものである。

【0108】(14)即ち、前記二つの伝送路切替制御方法において、前記第2のステップは、前記第1のステップで受信したAPSバイトが切替状況を示す状況信号であると判定された場合には、前記受信したAPSバイトを変更しないで送信APSバイトとして転送するステップを含むものである。

【0109】さらに、また、本発明の伝送路切替方法

21

は、APSバイトに重要度の最も高い現用伝送路の番号と、信号の発信局の番号と、該発信局の切替応答状態を含むものである。

【0110】

【発明の実施の形態】本発明の自己救済型ネットワーク、伝送装置、および伝送路の切り替え方法のそれぞれの具体例を図1より図8および図11より図30を参照して説明する。

【0111】本発明の基本思想は、予備伝送路または現用伝送路に障害が生じた際に、APSバイトによりネットワークを構成するすべての伝送装置間で切替制御情報を交換し、この切替制御情報に基づいて伝送路切替を行う自己救済型ネットワークである。本願明細書はそのネットワークの形状と、そのネットワークに使用する伝送装置と伝送路切替制御方法を開示する。尚、前記APSバイトとは、SONET/SDHで使用されるフレームのオーバーヘッド領域内に定義されたK1・K2バイトのことである。これらは切替制御に用いられるものである。

【0112】図1は本発明の一実施例を示す伝送装置の主要なブロック構成図である。この伝送装置は信号救済装置が組み込まれている。本発明に係わるネットワークでは、ネットワーク内の各伝送装置は図1に示される基本構成を備えている。制御部6はハードウェアで構成され、その内部に処理部1とネットワークテーブル2とを有している。現用伝送路10は現用伝送路終端装置8内で終端する。そして、この現用伝送路終端装置8内にはモニター部4を有している。

【0113】一方、予備伝送路9は予備伝送路終端装置7内で終端する。この予備伝送路終端装置7内にモニター部4とAPSバイト送受信部3を有する。尚、予備系のみがAPSバイト送受信部を有している。図1は副信号である制御情報のみの流れを示している。

【0114】尚、各伝送装置は、主信号の切替を行う切替部5を有している。

【0115】モニター部4は、現用伝送路を監視し、障害を検出したとき、その障害情報をモニター信号により処理部1に送る。APSバイト送受信部3は、他の伝送装置から送信されてくるAPSバイトを受信して処理部1に送る。処理部1は、受信APSバイトとモニター部からの両信号を解析して、ネットワークテーブル(Network Table)に記憶されたデータをNT応答信号により読み出し、APSバイトの処理を行う。このAPSバイトの処理はビットパターンの割り当てなどを行うものである。その結果、処理部2は、処理されたAPSバイトをAPSバイト送受信部3に送る。さらに、ネットワークテーブルのデータをNT処理信号により動的に更新する。

【0116】複数の伝送装置を有する1:N型の伝送システムは、複数の現用伝送路を有する。この為、伝送シ

22

ステムの複数の現用伝送路で障害が同時に発生した場合、2種類の障害の型がある。第1の障害の型は、救済に使用する一つの予備伝送路のパスに障害が重複して発生していない状態である。これを以下「独立障害」と称する。第2の型は一つの予備伝送路に対して障害が重複して発生している状態である。これを以下「重複障害」と称する。

【0117】伝送装置のモニター部4が独立障害を検出した場合、このモニター部4は、検出された現用伝送路の障害情報を処理部1へ送る。処理部1は、モニター部4から障害情報を受け取ると、ネットワークテーブルに問い合わせ、現在の状況の確認を行う。そして、この確認の結果に基づき切替するべき現用伝送路の決定を行い、切替要求を示すAPSバイトを生成する。生成されたAPSバイトはAPSバイト送信部へ送られる。

【0118】一方、ここで、障害を検出した伝送装置では、目的局に対して切替要求が含まれたAPSバイトを送出し、切替応答を待つ。尚、この信号の応答は図1には省略されている。

【0119】切替を必用とする伝送装置の場合、処理部1は、受信したAPSバイトより内容を解析しする。そして、この分析の結果、処理部2は切替要求を受信している場合、送信データの切替を行い、切替要求に対する応答が含まれたAPSバイトを生成し、この生成されたAPSバイトをAPSバイト送信部へ送る。

【0120】処理部1は、受信したAPSバイトより内容を解析し、切替応答が受信している場合、送受信データの切替を完了し、切替完了状態を維持する保護要求が含まれたAPSバイトを生成し、この生成されたAPSバイトをAPSバイト送信部へ送る。

【0121】処理部1は、受信したAPSバイトより内容を解析する。処理部2が保護要求を受信すると、受信データの切替を完了し、保護要求に対する応答が含まれたAPSバイトを生成する。そして、処理部1は生成されたAPSバイトをAPSバイト送信部へ送る。こうして、処理部1とモニター部4およびAPSバイト送受信部との相互間の基本的な切替動作を終了する。

【0122】また、すでに障害の救済が行われている伝送装置では、処理部2は、障害情報を受信すると、ネットワークテーブルに問い合わせる。そして、受信した切替要求の重要度が、切替が既に完了している障害の重要度より高い場合、処理部2は、切替するべき現用伝送路の決定を行う。障害が救済された現用伝送路の切替が完了している情報と、受信したAPSバイトの切替要求の情報とが多重化された重複切替要求を含むAPSバイトを生成してAPSバイト送信部3へ送る。また、受信したAPSバイトの切替要求の重要度が救済されている障害の重要度以下の場合、処理部1は、切替拒否を含むAPSバイトを生成してAPSバイト送信部3へ送る。このとき、この段階では切替状態を変化させずに、APS

バイトの処理を行う。

【0123】更に、切替に無関係な伝送装置においては、処理部2は、APSバイトの処理を行わずに、転送することによって処理時間の高速化を行っている。

【0124】図2は、基本的な信号のシーケンスフローを示す図である。先ず、APSバイトの種類について説明する。

【0125】APSバイトの信号については、大きく分類して「要求信号」と「状況信号」との種類がある。要求信号は切替トリガーとなる信号である。この信号は障害の救済に使用される予備伝送路の要求パス上に送られ、伝送装置の伝送路切替の判定に使用される。状況信号は、障害の救済に使用されない予備伝送路の状況パス上に送られ、他の伝送装置に障害情報と切替情報を知らせる。こうすることによりネットワーク情報は全伝送装置で共有される。

【0126】切替トリガーとなる要求信号のシーケンスフローについて説明する。図2は伝送装置Aと伝送装置Bとで終端された現用伝送路を示している。

【0127】この現用伝送路で障害が発生し、この障害を伝送装置Bで検出した場合を考える。伝送装置Bは伝送装置Aに切替要求を送る。切替要求を受信した伝送装置Aは、送信データの切替を行い、切替要求に対する応答を、伝送装置Bに送る。切替応答を受信した伝送装置Bは、送受信データの切替を行い、切替完了状態を維持する保護要求を、伝送装置Aに送る。保護要求を受信した伝送装置Aは、受信データの切替を行い、保護要求に対する応答を、伝送装置Bに送る。こうして、伝送装置Aと伝送装置Bとの間の一連の切替動作を完了する。

【0128】図3は、APSバイトで運ばれる情報の内容の例を示す図である。APSバイトはいわゆる「K1バイト」、および「K2バイト」の2つバイトを有する。このK1およびK2バイトは、SONET/SDHで使用されるフレームの冗長信号として付加される2バイト分の領域をもつ。

【0129】K1バイトは、障害状態の重要度の情報を示す「Sw Priority」と発生障害の現用伝送路番号を示す「Channel ID」とを含む。K2バイトは、発信伝送装置を示す「Source ID」と、K1とK2バイトの信号の種類が要求信号であるか状況信号であるかを示す情報「r/s signal」と、発信伝送装置の現在の切替状態を示す「Status」とを含む。

【0130】図4は、図1の概略構成図に対応する詳細ブロック図である。処理部1は、障害比較判定回路11、目的局比較判定回路12、信号判定回路13、状態判定回路14、APSバイト処理部15、送信設定部16、ANDゲート回路(AND gate circuit)17～20及び、ORゲート回路(OR gate circuit)21を有して構成される。

【0131】障害比較判定回路11は、受信したAPSバイト中のK1バイトより発生障害の重要度を抽出し、事前に決められた複数の障害パターンと比較し、一致するパターンが有るか否かを判定する機能を有する。この比較判定の結果、一致するパターンが存在すれば、Aを出力する。そして、出力Aは、ANDゲート回路17、18、19及び20までの入力端に導かれる。

【0132】目的局比較判定回路12は、受信したAPSバイト中のK2バイトより、発生障害のChannel IDを抽出し、ネットワークテーブルに記憶されているデータより、目的局が否かを判定する機能を有する。この判定の結果、目的局であれば、Bを、目的局でなければ、bを出力する。出力Bは、ANDゲート回路17の入力端に導かれる。出力bは、ANDゲート回路18及び19の入力端に導かれる。

【0133】信号判定回路13は、受信したAPSバイト中のK2バイトより、APSバイトが要求信号を示すか、状況信号を示すか否かを判定する機能を有する。この判定の結果、要求信号であれば、Cを、状況信号であれば、cを出力する。出力Cは、ANDゲート回路17、18、19及び20の入力端に導かれる。出力cは、ANDゲート回路20の入力端に導かれる。状態判定回路14は、ネットワークテーブル2に記憶されたデータより、自己の伝送装置ですでに障害を救済するためにすでに切替が完了しているか否かを判定する機能を有する。この判定の結果、すでに切替が行われているときは、受信したAPSバイトを再作成するためにDを、切替が行われていないときは、受信したAPSバイトを転送するためにdを出力する。出力Dは、ANDゲート回路18の入力端に導かれる。出力dは、ANDゲート回路19の入力端に導かれる。

【0134】APSバイト処理部15は、APSバイトを処理する機能を有する。このAPSバイト処理部15は、受信したAPSバイトとネットワークテーブルの情報により、応答動作、PT動作、再作成動作のいずれかを実行することができる。

【0135】応答動作は、要求信号により行われる切替動作に関係のある伝送装置で実行される動作である。PT動作は、要求信号または状況信号が転送される動作である。再作成動作は、伝送装置で切替が行われているとき、その切替状態を維持したまま、切替要求を送るために、障害を救済している保護要求と新たに発生した障害の切替要求をAPSバイトに多重したり、分離したりする動作である。PT動作と再作成動作とは、新たに発生した障害の切替要求により行われる切替動作に無関係な伝送装置で実行される動作である。

【0136】応答動作とは次の条件の場合、ANDゲート17によりトリガーされる動作である。その条件は(1)障害比較判定回路11が障害状態が障害パターンと一致すること、(2)目的局判定回路がAPSバイト

25

が目的局であると判定すること、かつ(3)信号判定回路が要求信号であると判定するときの3つの条件である。

【0137】PT(パススルー)動作には、次の2つの動作がある。

【0138】第1の条件の場合は、ANDゲート18を経て、ORゲート回路21によりトリガーされる動作である。第1の条件とは、(1)障害比較判定回路11で障害状態が記憶パターンと一致すること、(2)目的局判定回路がAPSバイトが自局宛でないことと判定すること、かつ(4)状態判定回路が自伝送装置で切替が行われていないと判定するときである。

【0139】また、第2の条件の場合は、ANDゲート20を経て、ORゲート回路20によりトリガーされる。この第2の条件とは、障害比較判定回路11で障害状態が記憶パターンと一致し、信号判定回路が状況信号であると判定するときである。

【0140】再作成動作とは、次の条件の場合、ANDゲート19によりトリガーされる動作である。この条件とは、(1)障害比較判定回路11で障害状態が障害パターンと一致すること、(2)目的局判定回路がAPSバイトが自局宛でないことと判定すること、(3)信号判定回路が要求信号であると判定すること、かつ(4)状態判定回路が再作成動作実行と判定したときである。

【0141】APSバイト処理部15で、処理されたAPSバイトはAPSバイト送信設定部16に送られる。APSバイト送信設定部16は、APSバイト処理部15からの命令とネットワークテーブルに記憶されているデータを参照して送信するパスを設定し、その送信方向情報とAPSバイトを、APSバイト送受信部3に送る。

【0142】処理部1は上記のようにハードウェアで構成することもできる。また、処理部1はCPUを用いて、ソフトウェアでも実現できる。図5、図6、図7及び図8は、処理部1をソフトウェアで実現した場合の本発明の実施例の動作フローである。

【0143】<処理部での動作フロー>図5のステップは次の通りである。尚、(S1)等括弧に示したのは、図5の各ステップを示している。

【0144】(S1)：受信APSバイト信号の障害状態の重要度を示すSW Priorityが、事前に決められた複数の障害パターンと比較し、いずれかに一致するか否かを判定する。

【0145】(S2)：障害パターンが、事前に決められた複数の障害パターンのいずれかに一致する場合は、受信APSバイト信号が要求信号を示すものであるかが判定される。

【0146】(S3)：要求信号を示すものである場合、APSバイトのK1バイトのあるChannel

26

IDより、ネットワークテーブルに記憶された現用伝送路のパス情報を参照して自局宛であるか否かを判定する。

【0147】(S4)：APSバイトが自局宛を示す場合、応答動作として通知する。

【0148】(S5)：一方、ステップ(S3)において、APSバイトが自局宛を示さない場合、自局が他の障害の救済を行い、切替を行っているか否かを判定する。

【0149】(S6)：切替を行っていることと判定した場合、再作成動作として通知される(S8)。再作成動作として通知を受けた場合、APSバイトを再作成する。図7に動作フローを示す。

【0150】(S7)：一方、ステップ(S5)において、自局で切替が行われていない場合、PT動作として通知される。また、S2において、受信APSバイト信号が要求信号を示さない場合、PT動作として、通知される。

(S8)：応答動作の指示を受けた場合には、切替を行い応答を示すAPSバイトを生成する。図6にその動作フローを示す。

【0151】PT動作として、通知を受けたAPSバイト処理部は、図8の動作フローに従って、APSバイトをAPSバイト送信部に転送する。

【0152】APSバイトは通知された動作方法によって処理される。

【0153】(S9)：処理されたAPSバイトはネットワークテーブルより得られたパス情報に基づき、要求信号は信号の救済に使用される要求パス上へと、状況信号は信号の救済に使用されない状況パス上へと設定が行われる。

【0154】(S10)：APSバイト送信部3において、APSバイトはオーバーヘッドに挿入され、送信される。

【0155】<応答動作>上記「応答動作」の詳細を説明する。図6は、前述の応答動作の動作フローを示している。尚、(S1)等括弧に示したのは、図5の各ステップを示している。

【0156】尚、図6において、状況パス、要求パスはノードとノードとの間の予備伝送路を示している。

【0157】伝送装置BのASPバイト部は、(S4)により送られた応答動作通知を受け、応答動作を行う。

【0158】まず、障害が検出された伝送装置(例えば、図6の伝送装置Bを参照のこと)は、障害の重要度が、データを保護される際に使用されるパスである要求パスの中で重要度が最も高いか否かを判定する(ステップS41)。この障害度の判断結果はAPSバイト部に送付される。

【0159】そして、障害度の判断結果を受けた次のような2つの要求信号を生成する(S4)。

【0160】(1) 障害の重要度が最も高く、且つ要求パスに保護要求が有るときは、多重化された重複切替要求を示す要求信号が生成される。

【0161】(2) また、障害の重要度が最も高く、且つ要求パスに保護要求がないときは、多重化されていない独立切替要求を示す要求信号が生成される。

【0162】さらに、伝送装置BのAPS処理部は、上記2種類の「要求信号」を生成すると共に、状況を知らせるための「状況信号」を生成する。そして、切り替えに関係のあるもう一つの伝送装置、即ち、対局（以下この信号の送受信の説明では、伝送装置Bに相対する伝送装置と言う意味で、伝送装置Aを「対局」と称する）にこれらの状況を知らせる。この要求信号は、データの救済に使用される要求パスへ発信されるように設定された上で、これらの伝送装置以外の（即ち、伝送装置A、B以外）のAPSバイト送受信部に送られる。また状況信号はデータの救済に使用されない状況パスへ発信されるように設定された上で、対局のAPSバイト送受信部に送られる。そして、対局、即ち、この例の場合、伝送装置Aからの応答を待つ（S45）。

【0163】対局のAPSバイトの障害の重要度が、要求パスの中で最も高いか否かを判定する（S43）。この判定結果は、APSバイト処理部に送付される。判定結果を受信したAPSバイト処理部は、障害の重要度が最も高い場合、予備伝送路へデータを切替することを決定し、切替要求に対する応答を示す「要求信号」と、「状況信号」を生成する。このとき、対局のASPバイト送受信部は、Status情報によって、切替要求に対する応答を、障害を検出した伝送装置（即ち、伝送装置B）に通知する（S44）。尚、ASPバイト処理部は、「要求信号」は要求パスへ、「状況信号」は状況パスへ発信されるように設定して、APSバイト送受信部3に送付する。そして、伝送装置AのASPバイト送受信部は、障害を検出した伝送装置（伝送装置B）からの応答を待つ（S48）。

【0164】障害を検出した伝送装置（伝送装置B）のAPS送受信部が、対局より切替が可能である旨の「切替応答」を受信した場合、障害の検出された現用伝送路のデータを予備伝送路に切替を完了する。そして、伝送装置BのAPSバイト処理部は、保護要求を示す要求信号と、状況信号とを生成する。更に、伝送装置BのASPバイト送受信部は、Status情報により「保護要求」を対局（伝送装置A）に通知する（S47）。

【0165】一方、伝送装置Bが、対局より切替が不可能である旨の「切替拒否」を受信した場合、伝送装置Bは、ネットワークテーブルの保護に使用する要求パスの変更を行った上で、上述の応答動作フローを、その最初のステップS41から試みる。すべて救済に使用される可能なパスが存在しないときは、伝送装置Bは、発生障害の重要度を低優先に変更する（S46）。

【0166】対局（伝送装置A）において、障害検出伝送装置で切替が完了した通知を受信した場合、データの切替を完了し、保護要求に対する応答を示す要求信号と、状況信号が生成される。Status情報により保護要求が対局（伝送装置A）に通知される（S49）。

【0167】＜APSバイト処理部での再作成動作＞図7は前述の再作成動作のフローを示している。

【0168】図7のステップS6に示すとき「再作成動作通知」を受けると、再作成動作を行う。先ず、受信したAPSバイトの重要度が切替要求の中で最も高いか否かを判定する（S61）。この判定において、当該受信したAPSバイトが、切替要求の中で最も重要度が高い場合、ASPバイト処理部は受信したAPSバイトの受信方向の反対側に保護要求が存在するか否かを判定する（S62）。

【0169】一方、受信したAPSバイトが、独立切替要求である場合、この受信したAPSバイトの重要度が保護要求より高いか否かを判定する（S63）。そして、受信したAPSバイトの重要度が、保護要求より重要度が高い場合、APSバイト処理部は、「重複切替要求」を生成する（S65）。また、受信したAPSバイトの重要度が、保護要求より重要度が低い場合、APSバイト処理部は、「切替拒否」を生成する（S66）。

【0170】一方、ステップS62において、受信したAPSバイトが、「保護要求」が存在しない場合、「独立切替要求」を生成する（S64）。

【0171】また、「切替拒否」を受信したときは、「切替要求」の再作成動作と同じ要領で、「切替拒否」と「保護要求」を多重、分離を行う。

【0172】＜PT（パススルー）動作＞図8はPT（パススルー）動作のフローである。図5のステップS7に示すように、APSバイト処理部は、「PT動作通知」を受け、PT動作を行う。

【0173】先ず、伝送装置は、受信したAPSバイトが「要求信号」を示すか否かを判定する（S71）。

【0174】受信したAPSバイトが要求信号を示す場合、「要求信号」の重要度が最も高いか否かを判定する（S82）。このとき、他の伝送装置からの「状況信号」により、この「要求信号」の切替が不可能と判断したときは、重要度がその「状況信号」より低いとみなす。障害比較判定回路が、「要求信号」の重要度が高いと判定した場合、ASPバイト処理部は、「要求信号」は変更しないで送信APSバイトとして、対局のAPSバイト送受信部に転送する（S84）。

【0175】一方、図8のステップS71において、受信したAPSバイトが「要求信号」を示さない場合、重要度が高い要求信号が存在しないか否かを判定する（S83）。

【0176】このとき、その要求信号が、救済がすでに



行われている他の障害の状況信号により、その要求信号の障害を救済することが不可能と判断されるとき、その要求信号の重要度を状況信号の重要度より低いとみなす。その他の場合は、状況信号の重要度よりも要求信号の重要度の方が高いとみなす。重要度の高い「要求信号」が存在しない場合、「状況信号」は変更しないで送信APSバイトとして、APSバイト送受信部に転送される(S84)。

【0177】<自己救済を救済可能なネットワークおよびその他の事項>図11は、本発明による切替制御情報をすべてAPSバイトを使用して自己救済を救済可能としたネットワークの一例である。

【0178】図示の自己救済ネットワークは、第1より第5の伝送装置200、201、202、203および204を備え、これらの各伝送装置は4本の予備伝送路によって一連鎖、即ち一本の鎖状に接続されている。ここでは第1より第5の伝送装置200~204をそれぞれ伝送装置A、伝送装置B、伝送装置C、伝送装置Dおよび伝送装置Eである。現用伝送路205、206、209、210の現用伝送路番号を1とし、現用伝送路207、210の現用伝送路番号を2とする。

【0179】また、現用伝送路205~210はそれぞれ図に示すように接続されてる。各々の伝送装置は伝送路切替能力を有する。また、これらの伝送装置は現用伝送路と予備伝送路がそれぞれ双方向に信号が伝送するようにされている。

【0180】このような構成のネットワークで、障害が発生したとき、(1)障害の発生した伝送路と、(2)その伝送路の重要度と、(3)発生した順序とにより、どのような切替が行われるかを説明する。

【0181】現用伝送路206において、重要度が3である第1の障害が発生した場合、この現用伝送路206は予備伝送路212を使用して救済される。重要度の値が大きいほど高優先である。

【0182】また、現用伝送路209において、重要度が1である第2の障害が発生した場合、この現用伝送路209は予備伝送路213を使用して救済される。この救済された状態のAPSバイトは図3に示したような構成である。このAPSバイトには、「SwPriority」に重要度を、「ChannelID」に現用伝送路に割り当てられた番号を、「SourceID」に発信した伝送装置番号を、「Status(Statu s情報)」に伝送装置の切り替え状態を示す各情報が含まれている。

【0183】前述したような切り替え手順を行った結果、予備伝送路212には、現用伝送路206の保護要求を示した「要求信号」が送受信される。予備伝送路213も前述したような切り替え手順を行った結果、現用伝送路209の保護要求を示した「要求信号」が送受信される。また、予備伝送路211には、伝送装置Bから

発信された現用伝送路206の保護要求を示した「状況信号」が送信される。予備伝送路214には、伝送装置Dから発信された現用伝送路209の保護要求を示した「状況信号」が送信される。信号を受信した伝送装置は、ネットワークテーブルに記憶されたデータを新しい状態に更新する。

【0184】この2つの障害が救済された状態で、現用伝送路208において、重要度が2である第3の障害が、更に発生した場合を考える。この障害を検出した伝送装置が伝送装置Eであるとき、伝送装置Eは、まず、「要求信号」で「独立切替要求」を示したAPSバイトを伝送装置Dに向けて発信する(S42)。伝送装置Dは、この「独立切替要求」と、現用伝送路209に対する「保護要求」とを多重化して「重複切替要求」に再作成する(S65)。このとき、切替要求と保護要求とが重複しているために、APSバイトのエリア、SwPriority内に2つの重要度の組み合わせを1つの信号として、多重化する。ChannelIDは切替要求である現用伝送路番号に2が入り、SourceIDとStatus情報には、現用伝送路209に対する保護状態の情報が含まれ、これらが伝送装置Dより伝送装置Cへ発信される。

【0185】伝送装置Cは、第3の障害に対して予備伝送路212を確保できないため、「切替拒否」を伝送装置Dに向けて返送する(S66)。このとき、現用伝送路208に対する切替拒否と現用伝送路209に対する保護要求が重複しているために、APSバイトのエリア、SwPriorityに2つの重要度の組み合わせを1つの信号として、多重化する。ChannelIDは切替拒否である現用伝送路番号2が入り、SourceIDとStatus情報に現用伝送路209の保護状態の情報が含まれている。伝送装置Dは、切替拒否を示したAPSバイトを使用して、伝送装置Eにこの「切替拒否」知らせる。伝送装置Eは、こうして切替不可能ことを知る(S64)。

【0186】この結果、第2の障害の救済を妨げることなく、第3の障害の救済を拒否してネットワークとして最適な救済が実行される。

【0187】図12は、リング状のネットワークを示す。この例は、本発明によるAPSバイトを使用して自己救済をおこなうことができる予備伝送路がリング状に接続されている。図示の自己救済ネットワークは第1より第5の伝送装置200、201、202、204および205を備え、これらの各伝送装置は5本の予備伝送路によってリング状に接続されている。ここでは第1より第5の伝送装置200~205をそれぞれ伝送装置A、伝送装置B、伝送装置C、伝送装置Dおよび伝送装置Eとし、現用伝送路205、206、209、210の現用伝送路番号を1とし、現用伝送路207、210の現用伝送路番号を2とする。



【0188】また、現用伝送路205～210はそれぞれ図に示すように接続されている。各々の伝送装置は伝送路切替能力を有し、これらの伝送装置は現用伝送路と予備伝送路がそれぞれ双方向に信号が伝送するようにされている。

【0189】リング状ネットワークでは、障害の発生した現用伝送路の救済の時に使用される予備伝送路の選択方法は、時計回りと反時計回りとの2通りある。

【0190】先ず、第1の予備伝送路の設定方法としては、現用伝送路の異常時に使用される予備伝送路をあらかじめ、ネットワークテーブルに設定しておく。たとえば、図11と同じ障害が発生したとき、第3の障害に対して、予備伝送路が211と215とに設定されていると救済可能となる。つまり、予備伝送路の選択を、予備伝送路の重複率が小さくなるようにあらかじめ設定する。

【0191】第2の予備伝送路の設定方法としては、時計回りと反時計回りの予備伝送路のパスの優先順位をあらかじめ設定しておき、優先順位の高いパスから、切替を試みて、救済率の向上を図ることである。たとえば、図11と同じ障害が発生したとき、仮に第3の障害に対する優先順位の高いパスが予備伝送路212、213、214であっても、伝送装置Eが切替拒否を受信すると、伝送装置Eはネットワークテーブルにあるパス情報を参照して、第2の優先順位のパスである予備伝送路211と215で切替を試行する。

【0192】また、本発明では、状況信号を使用しているため、ある伝送装置は他の伝送装置での切替情報を知ることが可能である。たとえば、現用伝送路207で第1の障害が発生したとき、予備伝送路211と212を使用して救済しているとする。この状態において、現用伝送路205で第2の障害が更に発生したとき、伝送装置Aは、伝送装置Cから予備伝送路213、214及び215を経て第1の障害の状況信号を受信している。従って、伝送装置Aは、ネットワークテーブルにあるパス情報を参照して、第1の障害の救済に使用される優先順位の低いパスである予備伝送路213、214及び215も使用できることが確認できる。そして、この確認によって、伝送装置Aが、そのパスを使用することによって第1と第2の2つ障害を救済することが可能と判断した場合、伝送装置Aは第1の障害のパスを切替を瞬断せずに行い、予備伝送路213、214、および215を使用して救済を行い、第2の障害を予備伝送路211を使用することにより救済する。

【0193】また、この例は、予備伝送路で障害が発生しているとき、その予備伝送路を使用する現用伝送路の障害が発生したとき、その予備伝送路を含まない異なるパスで救済を行うことができる。たとえば、すでに予備伝送路212で障害が発生しており、その予備伝送路を第1優先のパスに含まれる現用伝送路208で障害が発

した場合、伝送装置Eが、拒否を受信すると、ネットワークテーブルにあるパス情報を参照して、第2の優先順位のパスである予備伝送路211と215で切替を試行する。

【0194】〈伝送路切替におけるAPSバイトの信号列〉次に、本発明の伝送路切替方法をさらに説明するために、APSバイトの信号時系列によって説明する。

【0195】図13から図30のネットワークは第1より第7の伝送装置301～307を備え、予備伝送路によって接続されている。ここでは第1より第7の伝送装置301～307をそれぞれ伝送装置A、B、C、D、E、FおよびGとし、現用伝送路308と310の現用伝送路番号を1、現用伝送路309の現用伝送路番号を2とする。各々の伝送装置は伝送路切替能力を有している。

【0196】図13は、現用伝送路308でSFの重要度である障害が発生したときの本発明の伝送路切替方法を説明するネットワーク図であり、図14と図15は図13のネットワークにおけるAPSバイトの基本的なタイムチャートである。

【0197】図14は障害発生から切替が完了するまでの基本的なAPSバイトを示しており、図15は切替状態から復旧したときのAPSバイトのタイムチャートを示している。

【0198】図14において、時間T0では障害が発生しておらず、初期状態である。時間T1に伝送装置Eで障害SFを現用伝送路1で検出し、切替要求である要求信号8aをCに向けて、状況信号8bを反対側に発信する。伝送装置Cでは切替要求を受信すると、切替を開始し、切替応答である要求信号9aをEに向けて、状況信号9bを反対側に発信する。伝送装置Eでは切替応答を受信すると、切替を完了し、保護要求である要求信号10aをEに向けて、保護要求である状況信号10bを反対側に発信する。伝送装置Cでは保護要求を受信すると、切替を完了し、保護要求である要求信号11aをEに向けて、保護要求である状況信号11bを反対側に発信する。要求信号または状況信号を受信した伝送装置は、APSバイトの情報に基づいて、ネットワークテーブルを更新する。これにより伝送装置A、B、F及びGにおいても現用伝送路1のCE間でSFによる伝送路切替を行っていることを知っており、新たな障害が発生したときに高速な切替判断を行うことができる。

【0199】図15において、時間T2で障害がクリアになったとき、WTR信号をEから発信し、その応答を受信した状態で、切替がある一定時間保持される。時間T3ではその設定時間がくると、切替解除信号14aが発信され、すべての切替を解除する。

【0200】図16から図20は、切替が完了していない2つの障害が重複している多重障害での伝送路切替方法を説明している。

【0201】図16は多重障害が発生したときの本発明の伝送路切替方法を説明するネットワーク図(その1)である。図17と図18は図16のネットワークにおけるAPSバ이트のタイムチャート(その1)であり、図17は現用伝送路309の障害発生時、図18は現用伝送路309の障害復旧時のタイムチャートである。

【0202】図17において、状況信号8bによりネットワークテーブル内のデータが更新されるため、伝送装置Fは重要度がSDである現用伝送路309の伝送路切替を行うことができないことを認識しており、APSバ

イトを発信しない様子を示している。

【0203】図18において、伝送装置FはWTR信号を受信することにより、現用伝送路308の障害が復旧したことを知る。その結果、重要度がSDである現用伝送路309の救済を行っている様子を示している。

【0204】図19は多重障害が発生したときの本発明の伝送路切替方法を説明するネットワーク図(その2)であり、図20は図19におけるAPSバ이트のタイムチャート(その2)である。

【0205】図20において、両方の切替が完了していない場合、重複要求を使用することなく、優先判定により重要度がSFである現用伝送路309の切替要求が現用伝送路308の切替要求に対してプリエンプトを行いながら、切替を行っている様子を示している。その結果、現用伝送路309の救済を行っている。

【0206】図21から図28は、現用伝送路308の救済を行っているとき、現用伝送路309で障害が発生した多重障害時のネットワーク図とAPSバ이트のタイムチャートをである。

【0207】以下の例では現用伝送路番号308の現用伝送路の救済が行われている。

【0208】図21は多重障害が発生したときの本発明の伝送路切替方法を説明するネットワーク図(その3)であり、図22は図21におけるAPSバ이트のタイムチャート(その3)である。

【0209】図22において、重要度がSFである現用伝送路2の切替要求を試行するために、伝送装置DとE間において重複切替要求である要求信号11を使用し、必要な予備伝送路が使用可能か否か確認したのちに切替を行っている様子を示している。その結果現用伝送路309の救済を行っている。

【0210】図23は多重障害が発生したときの本発明の伝送路切替方法を説明するネットワーク図(その4)であり、図24は図23におけるAPSバ이트のタイムチャート(その4)である。

【0211】図24において、状況信号8bにより伝送装置Fのネットワークテーブルのデータが更新されるため、伝送装置Fは重要度がSDである現用伝送路309の伝送路切替を行うことができないことを認識しており、現用伝送路309のAPSバイトを発信しない様子

を示している。

【0212】図25は多重障害が発生したときの本発明の伝送路切替方法を説明するネットワーク図(その5)であり、図26は図25におけるAPSバ이트のタイムチャート(その5)である。

【0213】図26において、重要度がSFである現用伝送路309の切替要求を試行するため、伝送装置CとD間において重複切替要求である要求信号10aを使用し、切替を行っている様子を示している。その結果、現用伝送路309の救済を行っている。

【0214】図27は本発明の多重障害が発生したときの伝送路切替方法を説明するネットワーク図(その6)であり、図28は図27におけるAPSバ이트のタイムチャート(その6)である。

【0215】図28において、伝送装置Dは優先判定を行った結果、低優先である現用伝送路番号309のAPSバイトを発信しない様子を示している。

【0216】図29と図30は、現用伝送路310と現用伝送路308で、それぞれSFの重要度である障害とSDの重要度である障害の救済がすでに行われている場合、現用伝送路309で重要度がSFの障害が発生したときの伝送路切替方法を説明している。

【0217】図29は本発明の伝送路切替方法を説明するネットワーク図(その7)であり、図30は図29におけるAPSバ이트のタイムチャート(その7)である。

【0218】重要度がSFである現用伝送路309の切替要求を試行するために、伝送装置CとE間において重複切替要求である要求信号13を使用する。現用伝送路310の状況信号により障害情報を知らされた伝送装置Cは、その切替要求を拒否する。伝送装置Cは、重複切替拒否である要求信号14を使用して伝送装置Eに現用伝送路309の救済が不可能なことを知らせる。この要求信号を受信した伝送装置Eは、重複切替拒否である状況信号15を使用して伝送装置Fに現用伝送路309の救済が不可能なことを知らせる。そしてある一定時間拒否された信号を取り下げることにも可能である。この結果現用伝送路308は、現用伝送路309よりも障害の重要度が低いにも関わらず、救済が行われている。

【0219】以上実施例に従い説明したように、本発明により、障害のある伝送路の高速でかつ高信頼性のある切替を可能としている。これは下記要因に依っている。

【0220】(1)トラフィックの要求に合わせた現用伝送路の敷設を可能としたことである。

【0221】(2)複数の現用伝送路で予備伝送路を共有することにより予備比率を小さくし、経済性と現用伝送路の使用効率を向上させる利点がある。

【0222】(3)さらに、切替制御情報を伝送装置間で交換するためにAPSバイトを使用したことである。

【0223】<規則>最後に、本発明の自己救済型ネッ

トワークにおいて使用する規則を詳細に説明しておく。本発明の伝送路切替方式に直接関係のない規則が含まれているが、これらの規則は本ネットワーク、例えばSONETネットワークまたはSDHネットワークにおける伝送自体の制御に有用なものである。

【0224】また、上記の<伝送路切替におけるAPSバイトの信号列>は、下記規則に、勿論のつとて制御されている。

【0225】まず、「切替命令」を定義する。伝送路切替を実行するコマンドは、「外部起動コマンド」と「自動起動コマンド」とからなる。外部起動コマンドは「OS (Operating System)」や「WS (Work Station) インターフェース」により保守を主な目的として入力される。「自動起動コマンド」は実際の伝送路を監視し、物理的に発生した障害により起動される。

【0226】「外部起動コマンド」は、OSかWSインターフェースによって起動され、伝送装置に入力される。伝送装置の処理部によって、優先判定に従い、そのコマンドが起動される。外部起動コマンドは切替状態の変更を行うことができ、また、それらはローカル起動か、リモート起動かを確認できない。よって、それらをAPSバイトで送信する必要がある場合は、APSバイトに定義する必要はない。そのようなコマンドはセクションDCCを用いて送信される。

【0227】APSバイトを使用することなく、OSかWSインターフェースから伝送装置へ起動される外部起動コマンドについて述べる。

【0228】Clear: このコマンドは外部起動コマンドである。命令に指示された伝送装置のWTRコマンドをクリアにする。NRコード (No Request) を使用することにより以下に示す外部起動用コマンドのクリアが可能である。

【0229】ある伝送装置間のスパンが過大な切替を行うとき、または伝送路切替を行う必要のないデータを持った現用伝送路の切替を抑制するときは、以下に示す2つの命令が有効である。これらのコマンドは時間制約がないため、セクションDCCを用いて送信される。

【0230】Lockout of working channel: このコマンドは指定された現用伝送路の予備伝送路へのアクセスを伝送装置の切替要求を無効にすることにより禁止する。すでに、現用伝送路が切替をしていたならば、現用伝送路の理由が如何なるものであれ、切替を解除する。もし他の要求が有効でなければ、NR要求が送信される。

【0231】Lockout of protection - all spans: このコマンドは全予備伝送路へのアクセスを禁止する。もしすでに現用伝送路が切替をしていたならば、現用伝送路の理由がどのようなものであれ、切替を解除する。このコマンドはAPSバイト

でサポートしていない。従って、このコマンドは伝送装置の各々に送信されなければならないし、lockout of protection要求と同格で使用される。

【0232】APSバイトが使用される外部起動コマンドについて説明する。

【0233】Lockout of protection - span: このコマンドは伝送路切替が有効であっても指定した予備伝送路の使用を禁止する。ある現用伝送路のデータが、すでにその予備伝送路を使用していたならば、このコマンドによりそのデータを現用伝送路に切り戻しする。

【0234】Forced switch - span: このコマンドは指定した現用伝送路から予備伝送路への切替を実行される。もし、その予備伝送路で障害が、またより重要度の高い要求が存在しない場合、このコマンドは予備伝送路の状態に関わらず、実行される。

【0235】Manual switch - span: このコマンドは指定した現用伝送路から予備伝送路への切替を実行される。もし、その予備伝送路でSD (Signal Degrade) より低いビットレートが検出されており、重要度が等しいか、または重要度の高い要求 (予備伝送路の障害も含む) が存在しない場合、このコマンドは実行される。

【0236】本発明のネットワークでは、多数の現用伝送路が予備伝送路を共有しているために、エクササイズ機能は不可欠である。サイレント障害 (即ち、自動検出できない障害) を検出するために、本発明のネットワークはAPS機能によりエクササイズを行う。

【0237】Exercise - span: このコマンドは、指定した現用伝送路に対する切替のエクササイズを実際の切替を行わずに実行する。このコマンドは現用伝送路のデータに影響を与えることなく、実行される。

【0238】「自動起動コマンド」は、すべての現用伝送路と予備伝送路を監視し、障害を発見することによって起動される。そして、処理部は優先論理に従ってそのコマンドを起動する。前述した切り替え手順とは、この自動起動コマンドのことでもある。

【0239】伝送装置は以下に示す「first bridge request」と「overlap bridge request」の2種類のbridge request、WTRおよびNRとを自動的に発出する。

【0240】first bridge requestは、その重要度にはSignal Failure - Protection (SF-P) と、Signal Failure (SF)、Signal Degrade (SD) とがある。

【0241】overlap bridge requ

estは、その重要度にはSignal Failure on Signal Degrade (SF on SD)がある。これらのbridge requestは伝送装置から伝送装置まで送信される。

【0242】次に自動起動コマンドのシーケンスフローについて述べる。

【0243】SF requestは重い障害によって影響を受けたデータを保護するために発信される要求である。それに対して、SD requestは軽い障害に対して発信される要求である。その要求は検出された要求パスに対して「bridge request」を発出し、状況パスに対しては「bridge status」を発出する。Bridge requestとは、切り替え要求や保護要求などの要求信号のことである。bridge statusとは切り替え要求や保護要求などの状況信号のことである。

【0244】中間の伝送装置はそのbridge requestが自伝送装置宛か否かをネットワークテーブルを参照することにより確認する。自伝送装置宛でなくても他の要求があるときは、優先評価を行うことによりbridge requestをパススルーするか、拒否するか判定して次の信号を発出する。

【0245】目的の伝送装置ではbridge requestを受信すると予備伝送路がすべて使用可能であると見なした場合、切替を開始してstatus情報でbridged indication、つまり切替要求に対する応答を返信する。伝送装置は障害と劣化を監視するだけでなく、切替の試みが成功したか否かという通知を受信しなければならない。なぜなら、本発明のネットワークの場合、point-to-pointとは異なり、検出された現用伝送路の重量が高くて、障害を検出した伝送装置では、保護されるか否か判断できないからである。

【0246】伝送装置がbridge requestを発出した場合、他のbridge requestと重なり、もし重要度が高ければプリエンプトを行う。しかし、その必要な予備伝送路の中ですでに切替を行っている伝送装置があるときは、その切替を維持したまま要求を通過させ、必要な予備伝送路がすべて使用可能であるか否かを判定しなければならない。

【0247】overlap bridge requestはすでに切替に使用されている予備伝送路を他の要求が通過するときに発出されるbridge requestである。このとき必要なprotection lineを確保できてからプリエンプトを開始する。しかし、このbridge requestの重要度が低優先の場合、拒否されてbridge rejectが返信される。この切替拒否を受信した伝送装置はこのbridge requestが最低優先と判断する。ある一定期間、この信号を受信すると再発出要求信号を

受信するまで発出をやめる。

【0248】WTR request:このコマンドは予備伝送路と現用伝送路間の発振的な切替を防ぐための要求である。WTR requestは現用伝送路の復旧しきい値を満たしたときに、発出される。WTRはSFやSDの障害の復旧の後にのみに発出して、外部起動コマンドの後には用いない。もしSFがクリアになり、BERが復旧閾値を満たしたとき、伝送装置はSD条件を入力しない。また、この信号はある一定期間だけ、重要度が最高であるとみなされ、再発出要求信号となりネットワーク全体にその状況を知らせる。

【0249】SFは光信号でのLOS (Loss of Signal)と、LOF (Loss of Frame)と、事前に設定されたビットエラーレートの閾値より劣化すると、起動するline BERと、その他の保護可能なハード障害として定義される。

【0250】Signal failure of Protection (SFP):予備伝送路が障害を検出したときに使用される要求である。予備伝送路が障害を検出したときは障害の影響を受けている予備伝送路でlockout of protectionを行う必要がある。このとき、APSバイトはlockout of protectionと同じコードを使用する。

【0251】Signal failure (SF):現用伝送路にハード障害が存在し、要求パス上に他の障害の保護が行われていないときに使用される要求である。

【0252】Signal Degrade of Protection (SDP):予備伝送路が信号劣化を検出したときに使用される要求である。

【0253】Signal degrade (SD):SDは設定されたBERの閾値を越えたときに検出するソフト障害である。修理や補修の基準として信号の劣化の検出を行うことに使用される。現用伝送路に信号劣化が存在し、他の障害の救済と重なるときに使用される要求である。

【0254】Signal failure on Signal degrade (SF on SD):現用伝送路に障害が存在し、要求パス上でSDが保護されているとき、overlap bridge requestとして使用される要求である。

【0255】Reject of Signal failure on Signal degrade (R-SF on SD):現用伝送路に障害が存在するが、必用な予備伝送路が使用できないため切り替えが拒否されており、要求パス上でSDが保護されているとき、overlap bridge rejectとして使用される要求である。

【0256】これらの機能規則をまとめると次のように

なる。

【0257】＜機能規則のまとめ＞

(規則1) clearコマンドは指定した伝送装置ですべての外部起動コマンドを削除する。No Requestコードは伝送装置間のclearコマンドの情報交換に使用される。

【0258】(規則2) clearコマンドはWTR状態もクリアにする。

【0259】(規則3) すべての外部起動コマンドをクリアにすべきclearコマンドは、オペレーションシステム(OS)からrequestを起動した伝送装置によって受信される。

【表1】

B1	B2	B3	B4	
1	1	1	1	Lockout of Protection
1	1	1	0	Forced Switch
1	1	0	1	FS on SD
1	1	0	0	Signal Failure
1	0	1	1	SF on SD
1	0	1	0	Signal Degrade
1	0	0	1	Reject SF on SD
1	0	0	0	Manual Switch
0	1	1	1	
0	1	1	0	WTR
0	1	0	1	
0	1	0	0	Exercise
0	0	1	1	
0	0	1	0	
0	0	0	1	
0	0	0	0	No Request

【0262】(K1バイトとK2バイトの起動規則) 次にAPSバイトの中身であるK1バイトとK2バイトの起動規則について述べる。多重障害が起きたとき、予備伝送路の競合が発生する。このとき要求を割り当てるための重要度を示す優先順位と、伝送路切替が必要である。SONETではSTS-1 #1のK1とK2バイトが切替動作のために使用されている。K1の最初の4ビットはAPSバイトの重要度を表すために使用されている。K1のビット4から8はその予備伝送路を使用することができる現用伝送路の最高の重要度をもつ現用伝送路番号を表している。K2のビット1から4は現行のAPSバイトを発出している伝送装置の番号を示している。K1のビット5はK1とK2バイトがrequest信号であるかstatus信号であるかを示している。K1のビット6から8はStatus情報を示しており、APSバイトを発出した伝送装置の切替状態を示している。

【0263】すべての伝送装置は初期状態でidle stateにあるAPSバイトを送信する。APSバイトが自伝送装置宛でなく、より重要度の高い要求がない限り、次々と要求を伝える。目的伝送装置が受信すると切替動作を行い、応答信号を返信する。途中で拒否されると拒否信号を返信する。要求を発した伝送装置とはその応答を待って次の動作を行う。もしある一定期間にその応答が受信されなければ、要求は取り下げられる。

\* 【0260】表1においては、Lockout of protection、Forced switch、Signal failure、Signal failure on Signal degrade、Signal degrade、Reject of Signal failure on Signal degrade、Manual switch、Wait to restore、Exerciser、No request、のコマンドの割り当てを示している。

【0261】

【表1】

B5	B6	B7	B8	
1	1	1	1	Extra Traffic
1	1	1	0	Working channel #14
1	1	0	1	Working channel #13
1	1	0	0	Working channel #12
1	0	1	1	Working channel #11
1	0	1	0	Working channel #10
1	0	0	1	Working channel #9
1	0	0	0	Working channel #8
0	1	1	1	Working channel #7
0	1	1	0	Working channel #6
0	1	0	1	Working channel #5
0	1	0	0	Working channel #4
0	0	1	1	Working channel #3
0	0	1	0	Working channel #2
0	0	0	1	Working channel #1
0	0	0	0	Null Channel

【0264】一般にデータの寸断が最小になるように送信側のデータの切り替えであるブリッジ完了確認の後、受信側のデータの切り替えであるスイッチを完了にする。しかし、そのspanが全断し、目的局からも切替要求が受信されるcrossing Kバイトとなったときはすでにデータが遮断されているのでswitchingを行う。

【0265】K1とK2バイトの規則は次のようになる。

【0266】(規則4) 本発明のネットワーク 伝送路切替は双方向をサポートしている。

【0267】(規則5) すべての本発明のネットワーク切替は可逆である。

【0268】(規則6) すべての本発明のネットワーク切替は予備伝送路から元の現用伝送路にのみ復帰する。

【0269】(規則7) 伝送装置でSFまたはSDがクリアされたとき、伝送装置は、より重要度の高いbridge requestの受信、他の障害の検出、外部起動要求の動作のいずれも発生しないときにはWTR状態に入り、適切なタイムアウト期間その状態を続ける。

【0270】(規則8) K1の1-4ビットは、表1に提供される重要度に従った切替要求の重要度、または切替要求の重要度と保護切替の重要度を運ぶ。

【0271】(規則9) 伝送装置は現用伝送路とnull

41

l channel (予備伝送路の検出用)の重要度の高低を判定する能力を備えており、デフォルトの重要度は最低である。

【0272】表1は予備伝送路でのSF requestがFSより重要度が高いことを除いて、降順に示している。

【0273】(規則10) K1の5-8ビットは、K1の1-4ビットの切替要求の重要度を示している現用伝送路の番号を運ぶ。

【0274】表2はK1バイトの5から8ビットの割り当て方を示している。

【0275】

【表2】

【表2】

Bits 5-8 of K1	説明
0	Null channel protection line のSD とSFを検出するときに用いられる。 0はLPとだけ用いられる。
1から14	Working channels 1からnは1:n構成に適用される。 SDとSFのそれぞれの現用伝送路に用いられる。
15	Extra traffic channel 1:n構成だけに適用することができる。 15はNRとだけ使用される。

【0276】(規則11) 切替を行う伝送装置でbridge requestに使用される現用伝送路の番号は、常にその伝送装置で終端されている。現用伝送路においてSFを検出するとSFを発出し、またSDを検出するとSDを発出する。

【0277】K2バイトは、表3に提供されるように割り当てられる。

【0278】

【表3】

【表3】

Bits of K2	説明																
Bit 1-4	このビットは現行のスイッチ要求を発出しているSite IDを示している。																
Bit 5	このビットは、K1のビット1-4がbridge requestであれば"1"、bridge statusであれば"0"を示す。																
Bit 6-8	<table border="1"> <tr><td>111</td><td>Line AIS</td></tr> <tr><td>110</td><td>Line RDI</td></tr> <tr><td>101</td><td>for future</td></tr> <tr><td>100</td><td>for future</td></tr> <tr><td>011</td><td>Bridged &amp; Switched (Br &amp; Sw)</td></tr> <tr><td>010</td><td>Bridged(Br)</td></tr> <tr><td>001</td><td>Idle-unidirectional</td></tr> <tr><td>000</td><td>Idle-Bidirectional</td></tr> </table>	111	Line AIS	110	Line RDI	101	for future	100	for future	011	Bridged & Switched (Br & Sw)	010	Bridged(Br)	001	Idle-unidirectional	000	Idle-Bidirectional
111	Line AIS																
110	Line RDI																
101	for future																
100	for future																
011	Bridged & Switched (Br & Sw)																
010	Bridged(Br)																
001	Idle-unidirectional																
000	Idle-Bidirectional																

【0279】(規則12) すべての切替動作は、K2バイトのビット6-8のアップグレードによって反映される。

【0280】(規則13) 伝送装置は、本発明のネットワークの現状にあった適切なAPS信号伝送ができるまで、表4に示されるようなdefault APSコードを送出する。

42

【0281】(規則14) 伝送装置は、本発明のネットワークテーブルにより、パス接続情報、伝送装置番号の情報を得るまで、default APSコードを送出する。

【0282】(規則16) 診断実行中またはエクササイズの際に、処理部が障害を検出し、そのラインに対して伝送障害がない場合、bridge requestは起動されない。

【0283】表4はデフォルトAPSコードの一例示す。

【0284】

【表4】

【表4】

K1[1-4]	= XXXX(Any Value)
K1[5-8]	= 0000
K2[1-4]	= 0000
K2[5]	= X(Any Value)
K2[6-8]	= XXXX(Any Value)

【0285】上記の要求は伝送路切替機能の障害は本発明の伝送路切替とはことなることを意味する。たとえば、存在しない現用伝送路の番号を送信するなどである。

【0286】(伝送装置の3種類の状態) 伝送装置によりK1とK2バイトに挿入されたAPSコードはその伝送装置の状態により、伝送装置の状態は次の3種類を定義する。「Idle state」、「Switching state」、「Pass-through state」である。

【0287】伝送装置の状態は状況により変化し、一連の切替動作が終了すると定常状態になる。まずは、定常状態について述べる。

【0288】A. 「Idle State」: 表5はIdle stateのK1バイトとK2バイトを示している。

【0289】

【表5】

【表5】

K1[1-4]	= 0000(No request code)
K1[5-8]	= 0000(null channel number ID)
K2[1-4]	= Source Site ID
K2[5]	= 0(bridge status code)
K2[6-8]	= 000(Unidirectional mode) 001(Bidirectional mode)

【0290】(規則16) 伝送装置はbridge requestまたは、bridgestatusを検出、発生、または、pass-through していないときは、Idle stateである。

【0291】(規則17) Idle state状態にあるすべての伝送装置は、両方向のK1とK2バイトを終端する。

【0292】B. 「Switching Stat

43

e」: Switching Stateは切替動作が完了しているかどうかにより、さらに細かいサブ状態が4種類存在する。Sw#0#0、Sw#0#N、Sw#N#0、Sw#N#M (NとMは0でない整数)である。これは第1の現用伝送路番号はAPSバイトの受信方向側を示しており、第2の現用伝送路番号は受信方向とは反対側を示している。表6はSw状態の種類を示している。

【0293】

【表6】

【表6】

状態	受信側で保護されているチャンネル番号	受信側と反対側で保護されているチャンネル番号
Sw#0#0	0	0
Sw#0#N	0	N
Sw#N#0	N	0
Sw#N#M	N	M

(ただし、NとMは0でない整数)

【0294】(規則19) first bridge requestを検出、発出、または終端している伝送装置はSwitching Stateにある。

【0295】(規則20) first bridge requestの切替状態により以下の状態が存在する。

【0296】4つのSw状態のサブ状態の中で共通の規則を述べる。表7はSwitching StateのK1バイトとK2バイトである。

【0297】

【表7】

【表7】

K1[1-4]	= Request Priority
K1[5-8]	= Request channel number ID
K2[1-4]	= Source Site ID
K2[5]	= 1/0 (bridge request or bridge status code)
K2[6-8]	= Status code

【0298】(規則21) switching stateにある伝送装置は図19に示すAPSバイトを発出する。

【0299】B-1 Sw#0#M:

(規則21) 伝送装置はfirst bridge request (自動起動、または外部起動)を検出、発出、または終端することができる。また、伝送装置はoverlap requestを終端することができる。

【0300】(規則22) 自伝送装置宛でないbridge requestを受信したときは受信方向とは反対側から見た状態において検出とみなされる。

【0301】(規則23) idle statusコード、またはbridged statusコードを発出している。

44

【0302】(規則25) switching 伝送装置は次の規則に従ってbridged request、bridged status、bridged rejectを発出する。

【0303】(1) その伝送装置で終端している現用伝送路での障害を検出したとき、または他伝送装置からのbridge requestを検出したとき、優先判定を行い、その現用伝送路を保護する予備伝送路により重要度の高い要求が存在しないとき、first bridge requestは発出できる。

【0304】(2) bridge requestのチャンネル番号の伝送装置がその伝送装置で終端しているとき、Switching stateにある伝送装置は、要求パス側にはrequestのswitched & bridged status indicationを発出し、状況パス側にはbridge statusを発出する。

【0305】状況パス上に他のbridge requestが存在するとき、bridge statusを発出しない。

【0306】(3) 他伝送装置宛のbridge requestが拒否されているときは、それが発出伝送装置でないとき、bridge rejectを発出する。

【0307】(4) 自伝送装置の発出するbridge requestに対して応答があるまではそのbridge requestの内容は変化しない。

【0308】(5) bridge rejectをある一定時間受信すると、それに関するbridge requestの発出を停止する。

【0309】B-2 Sw#N#M:

(規則25) 伝送装置は切替が完了しているbridge requestの検出、発出、終端を行うことができる。さらにoverlap bridgerequestを検出、発出、または終端することができる。

【0310】(規則26) 自伝送装置宛でないbridge requestを受信したときは逆側受信方向から検出とみなされる。

【0311】(規則27) switched & bridged status indicationコードを発出している。

【0312】(規則28) switching 伝送装置は次の規則に従ってbridged request、bridged status、bridged rejectを発出する。

【0313】(1) その伝送装置で終端している現用伝送路のspanでの障害を検出したとき、または他伝送装置からのbridge requestを検出したとき、優先判定を行い、overlap bridge requestを発出できる。検出されたbridg

45

e requestが他伝送装置宛のとき、チャネルNの重要度より低ければ、拒否される。

【0314】(2) bridge requestの要求チャネル番号の伝送装置がその伝送装置で終端しているとき、Switching stateにある伝送装置は、要求パス側にはbridge requestのswitched & bridged status indicationを発出し、状況パス側にはbridge statusを発出する。

【0315】ただし、状況パス上に他のbridge requestが存在するとき、bridge statusを発出しない。

【0316】(3) 他伝送装置宛のbridge requestが拒否されているときは、発出伝送装置でないとき、bridge rejectを発出する。

【0317】(4) 自伝送装置の発出するoverlap bridge requestに対して応答があるまではそのoverlap bridge requestは内容は変化しない。

【0318】(5) bridge rejectをある一定時間受信すると、それに関するbridge requestの発出を停止する。

【0319】(規則30) Switching stateである伝送装置は要求チャネル番号と本発明のネットワーク map内にある情報を参照してbridge requestが終端しているかを特定する。

【0320】(規則30) 要求パスからdefault APS codeを受信するswitching state 伝送装置は、適切な APS codeを受信するまで、その信号伝送を変えたり、そのpathに関する動作を行わない。

【0321】C. Pass-Through State :

(規則31) first bridge requestが終端していないとき、その伝送装置はPass-through状態にある。

【0322】(規則32) Pass-through状態にはfirst bridge requestの状態により次の2種類が存在する。

【0323】表8はパススルー状態の種類を示している。KPT(K byte pass-through)はAPSバイトを通過させ、PPT(Protection pass-through)は予備伝送路のデータだけを通過させる。

【0324】

【表8】

46

【表8】

状態	説明
KPT	K1とK2バイトだけ通過する
PPT	K1とK2バイトは通過しない

【0325】KPT:

(規則33) この状態にある伝送装置はbridge request(自動起動、または外部起動)、bridge reject、またはbridge statusを通過させることができる。

【0326】PPT:

(規則34) この状態にある伝送装置はfirst bridge requestの予備伝送路を通過させられる。

【0327】(規則35) この状態にある伝送装置はbridge request(自動起動、または外部起動)、またはoverlap bridge requestを検出し、overlap bridge requestを発出することができる。

【0328】(規則36) この状態にある伝送装置はbridge rejectを終端することができる。

【0329】次に3つの状態間の遷移規則を述べる。

【0330】(3つの状態間の遷移規則)

(規則37) 3つの伝送装置のstate間のすべての遷移は、入力Kバイトの変化、または障害Kバイトの検出、外部起動コマンド、伝送装置障害検出状況がトリガになる。

【0331】(規則38) Kバイトは、3連続フレーム同一のものを有効として受信する。

【0332】(規則39) 伝送装置は、APS controllerからトリガが受信されない限り現状態を変化させない。

【0333】(規則40) K1バイトのビット1-4に含まれる情報は次の場合にbridge requestとしてみなされる。

【0334】・K1バイトのビット1-4がfirst bridge requestで、K2バイトのビット5がrequest signalを示す場合。

【0335】・K1バイトのビット1-4がoverlap bridge requestで、K2バイトのビット5がrequest signalを示す場合。

【0336】(規則41) K1バイトのビット1-4に含まれる情報は次の場合にbridge statusとしてみなされる。

【0337】・K1バイトのビット1-4がbridge requestで、K2バイトのビット5がstatus signalを示す場合。

【0338】(規則42) bridge requestは、それに対する予備伝送路が他のbridge requestに対する予備伝送路と重複しない限り共存



47

が許される。

【0339】(規則43) bridge requestは、それに対する予備伝送路が他のbridge requestに対する予備伝送路と重複するとき、すでに切替動作が完了しているfirst bridge requestが存在すれば、overlap bridge requestとなる。発出伝送装置でfirst bridge requestであっても、そのspanの途中の状態により、first bridge requestやoverlap bridge requestにもなりうる。

【0340】(規則44) overlap bridge requestはその状態で保護されることはない。必ず、first bridge requestになってから保護される。

【0341】(規則45) bridge requestは、それに対する予備伝送路が他のbridge requestに対する予備伝送路と重複するとき、どちらのbridge requestも切替動作が完了していないのであれば、図13によりfirst bridge requestとしてプリエンプトできる。

【0342】(規則46) bridge requestは、それぞれの重要度に関わらず、bridge statusをプリエンプトする。bridge statusはbridge requestをプリエンプトしない。

【0343】(規則47) bridge statusは、共存が許されていないとき、それより低い重要度のbridge requestの伝送装置からの発出をプリエンプトできる。

【0344】(規則48) 本発明のネットワーク 切替動作はrequest signalのみによって、起動され、また解除される。

【0345】(規則49) すべてのローカルrequest (SF, SD条件、local WTR、外部要求など) は重要度を示す表より最優先のローカルrequestが決定される。もし同じ重要度のときは現用伝送路番号の小さい方を優先する。

【0346】(規則50) WTRは通常タイムアウトされるとNR-null channelになる。プリエンプトされたときはWTR状態が復活されない。

【0347】(規則51) 外部起動要求がクリアになったとき、NR-null channel状態に入るべきである。(WTR状態には入らない。)

A. Transition Between the Idle and Pass-Through States:

(規則52) idle stateにある伝送装置が、自伝送装置とで終端されていないbridge request、またはbridge statusをある方

48

向から受信するとき、その伝送装置はKPTに入る。

【0348】(規則53) PPTにある伝送装置がK1バイトのビットの1-4のNo RequestとK2バイトのビットの6-8のidle indication codeを両方向から受信するとき、その伝送装置はKPTからIdle stateに復帰する。

【0349】B. Transition Between the Idle and Switching States:

(規則55) Idle stateからSw#0#Mへの遷移は次の状況のうち一つがトリガになる。

【0350】・KバイトがNo Request からその伝送装置で終端しているbridge requestへの変化

・その伝送装置で保護できる障害の検出

・その伝送装置に対する保護切替を行える外部起動コマンドの入力

(規則56) Sw#0#M にある伝送装置がK1バイトのビットの1-4のNo Request、ビットの5-8のnull channel、K2バイトのビットの6-8のidle indication codeを両方向から受信するとき、その伝送装置はSw#0#MからIdle stateに復帰する。bridge requestによる条件がクリアになったとき、bridge requestを挿入している伝送装置は、switchをreleaseし、requestを解除する。

【0351】(規則57) switching state にある伝送装置がIdle stateに遷移するとき、つぎのように3ステップに従って遷移する。

【0352】(1) requestを生成するswitching 伝送装置(tail-end)が、最初にswitchを解除し、K1バイトのビットの1-4のNo Requestを、K2バイトのビットの6-8のBridged indication codeを挿入する。

【0353】(2) No RequestとBridged indication codeを受信すると障害検出した伝送装置は、bridgeとswitchを解除し、両方向にidle codeが挿入される。switchが解除されたことは、要求パス上で受信される。

【0354】(3) 障害を検出している伝送装置が要求パス上でidle codeを受信するとき、bridgeを解除し、両方向にidle codeが挿入される。

【0355】(規則58) SFとSDのbridge requestとbridge status に対して、伝送装置は、WTR timeの期間後に、bridgeを解除し、解除信号を発出する。

49

【0356】C. Transition Between the Pass-Through and Switching States:

(規則59) Sw#0#Mにある伝送装置がそれより高い重要度をもち、自伝送装置で終端をしてないbridge requestにプリエンプトされたとき、KPTにはいる。

(規則60) PTにある伝送装置が、それより高い重要度をもつ自伝送装置宛のBridged codeまたはbridge requestを受信したとき、Sw#N#Mに入る。

【0357】(規則61) Swにある伝送装置が、それより高い重要度をもつ他伝送装置宛のBridged codeまたはbridge requestを受信したとき、KPTに入る。

【0358】D. Transition Within Switching States:

(規則62) Sw#N#Mである伝送装置が、自伝送装置宛でオーバーラップしている予備伝送路に対するbridge requestより高い重要度のbridge requestを受信するとき、状態はSw#0#Mとなり、より低い重要度のbridge requestはより高い重要度のbridge requestにプリエンプトされる。

【0359】(規則63) Sw#0#Mが、その伝送装置宛でより高い重要度のbridgerequestを検出するとき、そのbridge requestにプリエンプトされる。

【0360】(規則64) 自伝送装置発出のbridge requestの応答を受信すると切り替え状態はアップグレードする。

【0361】(規則65) Sw#0#Mである伝送装置が、自伝送装置宛のswitched& bridged indication、またはbridged indicationを受信するとき、Sw#N#Mとなり、切替が完了する。

【0362】(規則66) 一つだけのspanに影響する障害状態が1つの伝送装置でクリアになったとき、その伝送装置はWTRに入り、以下の条件でないかぎり、適切なtimeout時間だけあり続ける。

【0363】・WTRよりも高い重要度のbridge requestを受信される。

【0364】・他の障害検出される。

【0365】・外部起動コマンドが有効になる。

【0366】(規則67) bridgeするように要求されていたが、実際には障害を検出してない伝送装置がWTR codeを受信したらすぐに、その伝送装置はWTRを送出する。

【0367】E. Transition Within Pass-Through States Sta

50

te:

(規則68) PPTにある伝送装置に、要求解除信号を受信するとKPTになる。KPTにある伝送装置が両側からswitched & bridged indicationコードを受信するとPPTになる

【0368】

【発明の効果】本発明により、トラフィックの要求に合わせた現用伝送路の敷設を可能とし、複数の現用伝送路で予備伝送路を共有することにより予備比率を小さくする。この結果、経済性と現用伝送路の使用効率を向上させる利点がある。さらに切替制御情報を伝送装置間で交換するためにAPSバイトを使用したことにより高速でかつ高信頼性のある切替を可能としている。

【図面の簡単な説明】

図1は本発明の概略構成を示すブロック図である。図2は本発明の基本的なシグナルフローである。図3は本発明によるAPSバイトの構成例である。図4は本発明の実施例を示すブロック図である。図5は本発明の基本動作フローである。図6は本発明の応答の動作フローである。図7は本発明の再作成の動作フローである。図8は本発明のPTの動作フローである。図9はNPSの構成例である。図10はBSLRの構成例である。図11は本発明による救済可能なネットワークの構成例(その1)である。図12は本発明による救済可能なネットワークの構成例(その2)である。図13はネットワークでの独立障害発生例を示す図である。図14は独立障害発生時のAPSバイトのタイムチャートを示す図である。図15は独立障害復旧時のAPSバイトのタイムチャートを示す図である。図16はネットワークでの多重障害発生例(その1)を示す図である。図17は多重障害発生時のAPSバイトのタイムチャート(その1)を示す図である。図18は多重障害復旧時のAPSバイトのタイムチャート(その1)を示す図である。図19はネットワークでの多重障害発生例(その2)を示す図である。図20は多重障害発生時のAPSバイトのタイムチャート(その2)を示す図である。図21はネットワークでの多重障害発生例(その3)を示す図である。図22は多重障害発生時のAPSバイトのタイムチャート(その3)を示す図である。図23はネットワークでの多重障害発生例(その4)を示す図である。図24は多重障害発生時のAPSバイトのタイムチャート(その4)を示す図である。図25はネットワークでの多重障害発生例(その5)を示す図である。図26は多重障害発生時のAPSバイトのタイムチャート(その5)を示す図である。図27はネットワークでの多重障害発生例(その6)を示す図である。図28は多重障害発生時のAPSバイトのタイムチャート(その6)を示す図である。図29はネットワークでの多重障害発生例(その7)を示す図である。図30は多重障害発生時のAPSバイトのタイムチャート(その7)を示す図である。図

51

31は従来のAPSバイトを示す図である。図32は本発明のAPSバイトを示す図である。図33は本発明の切替プロトコルの基本動作の例を示す図である。図34は多重障害での本発明の切替プロトコルの基本動作の例を示す図である。

## 【符号の説明】

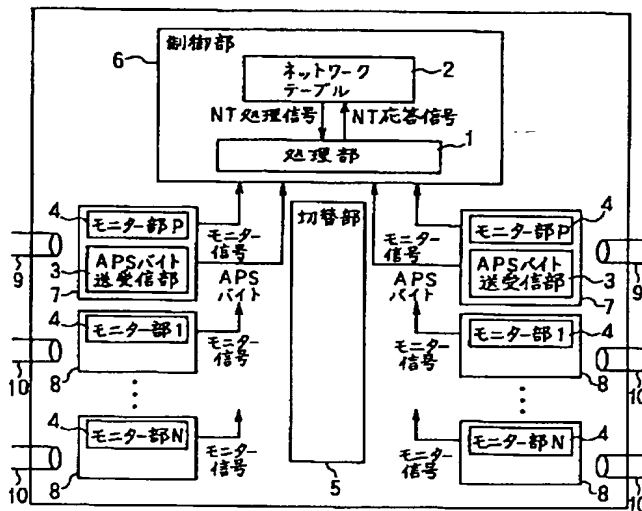
1 処理部、2 ネットワークテーブル、3 APSバイト送受信部  
4 モニター部、5 切替部、6 制御部、7 予備伝送路終端装置  
8 現用伝送路終端装置、9 予備伝送路、10 現用伝送路  
11 障害比較判定回路、12 目的局判定回路、13 信号判定回路  
14 状態判定回路、15 APSバイト処理部 \*

52

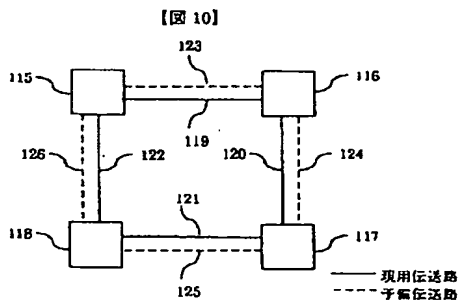
\*16 APSバイト送信設定部、17~20 ANDゲート回路  
20 ORゲート回路、101~104 伝送装置  
105~108 現用伝送路、109~111 予備伝送路、112 終端装置  
113 中継装置、114 多重分離装置、115~118 伝送装置  
119~122 現用伝送路、123~126 予備伝送路  
200~204 伝送装置、205~210 現用伝送路  
211~215 予備伝送路、301~307 伝送装置  
308、310 現用伝送路1、309 現用伝送路2、311 予備伝送路

【図1】

図1

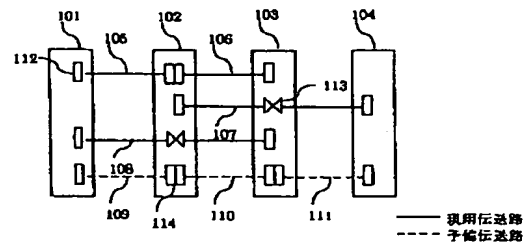


【図10】

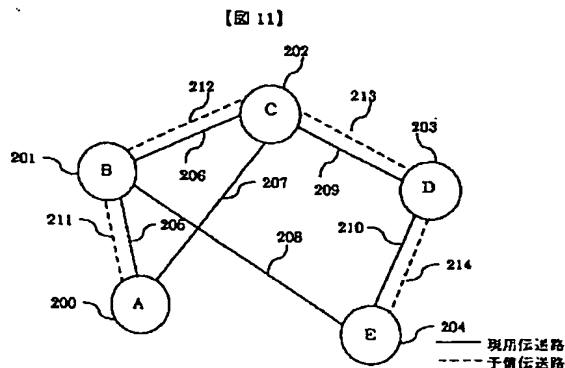


【図9】

【図9】

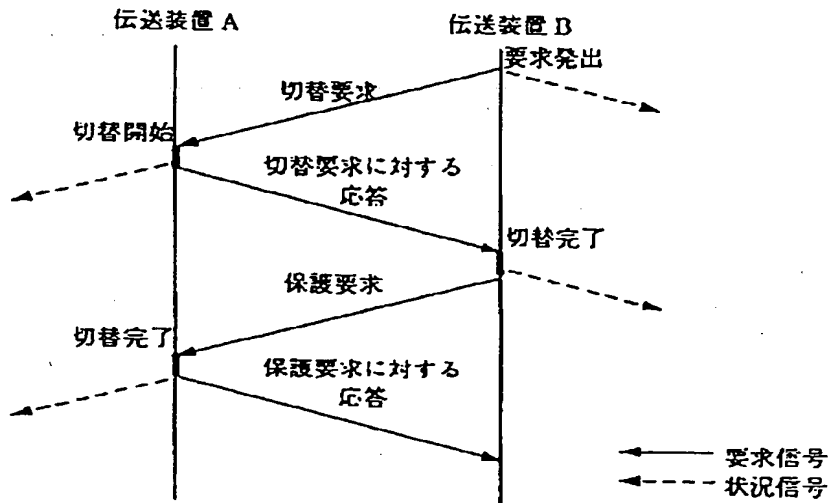


【図11】



【図2】

【図2】



【図3】

【図3】

K 1 バイト

Sw Priority(s)	Channel ID
----------------	------------

K 2 バイト

Source ID	r/s	Status
-----------	-----	--------

Sw Priority(s) : 発生障害の重要度または発生障害と保護障害の重要度を示す。

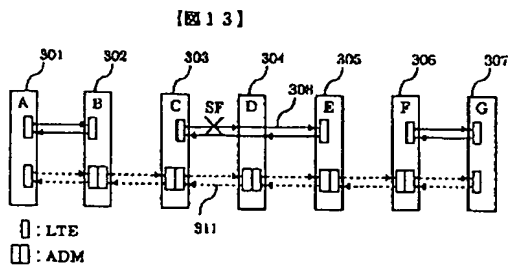
Channel ID : 切替要求のある最も重要度の高いチャネル番号を示す。  
(正常時はプロテクションチャネルを示す。)

Source ID : Status の状態を示すノードを示す。

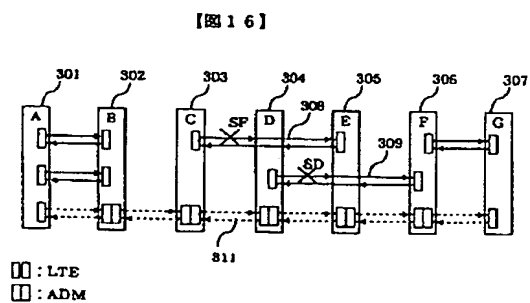
r/s signal : 情報が要求信号であるか、状況信号であるかを示す。

Status : 現在の切替状態を示す。

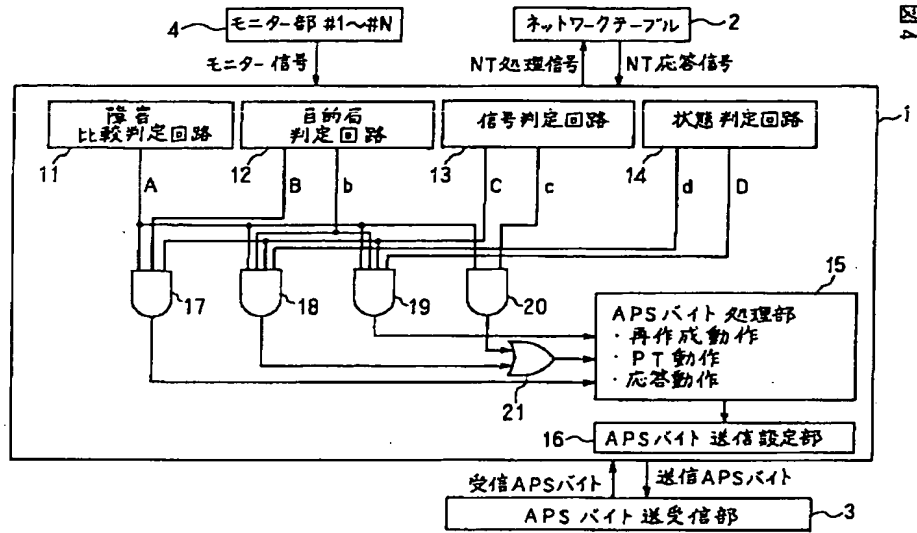
【図13】



【図16】

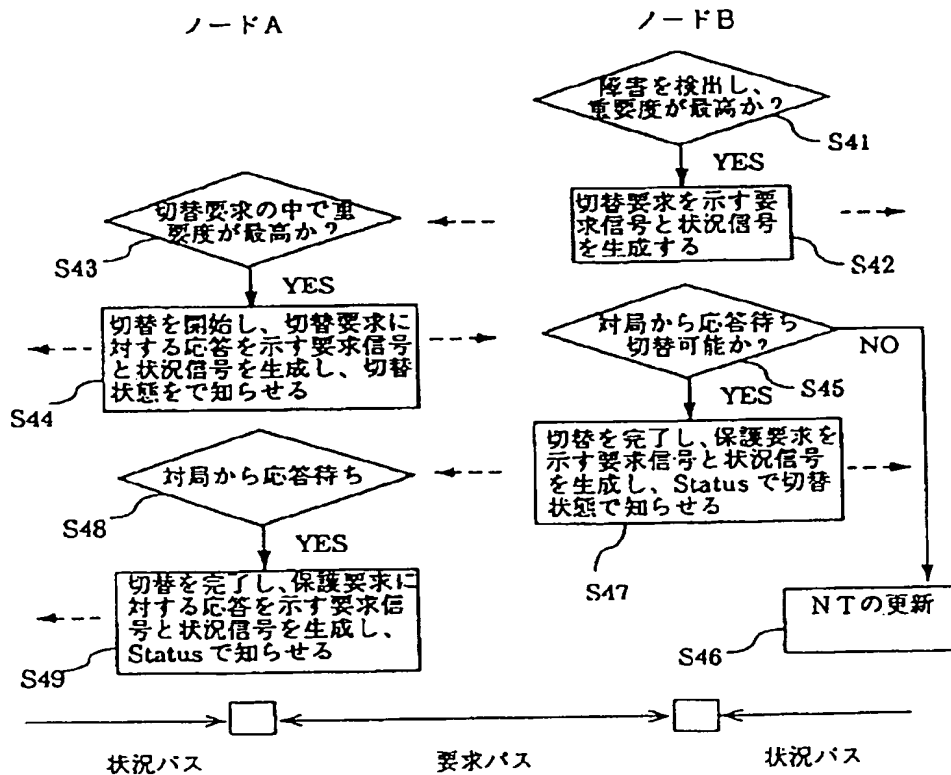


【図4】



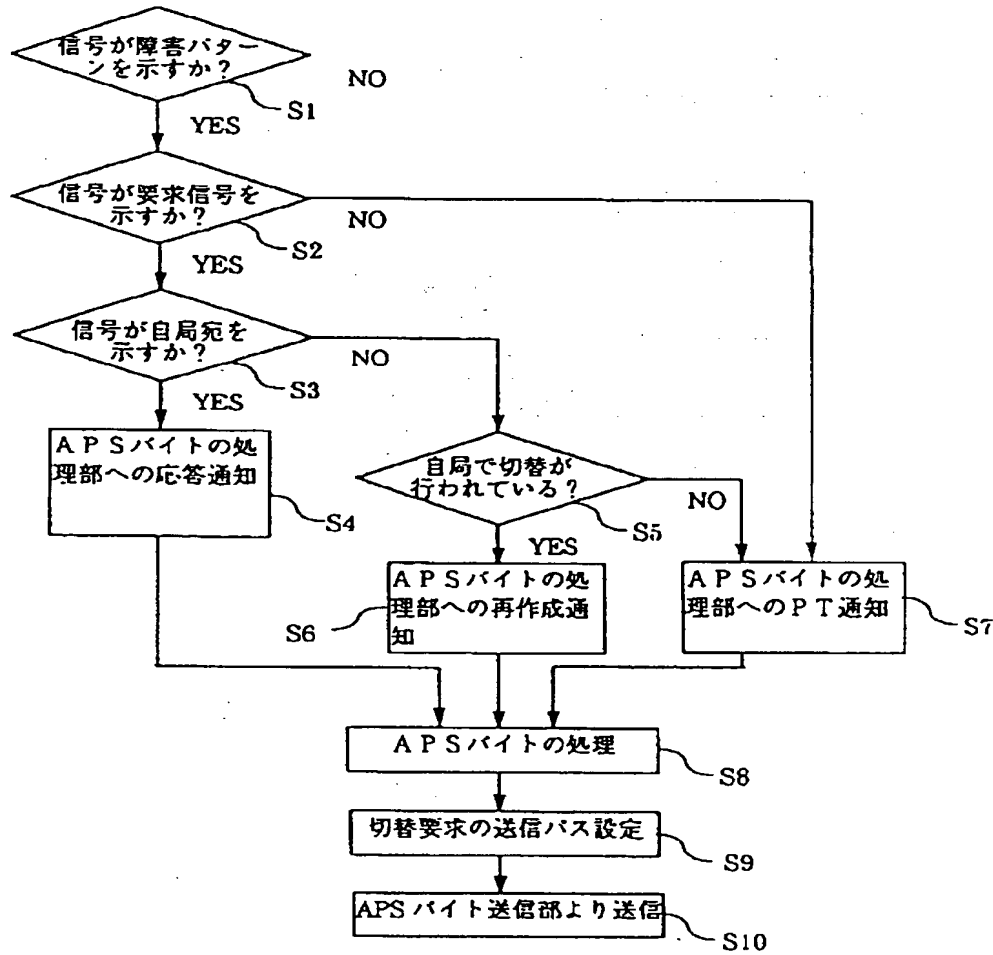
【図6】

【図6】



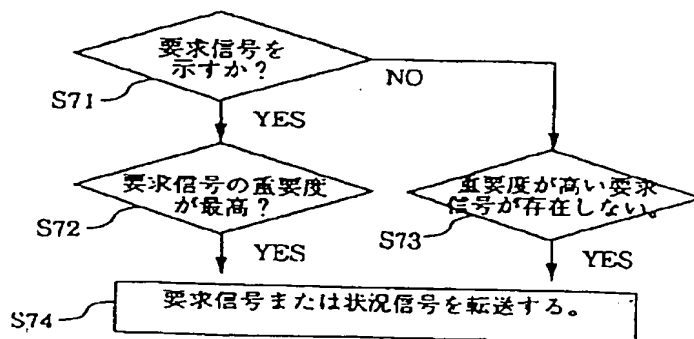
【図5】

【図5】



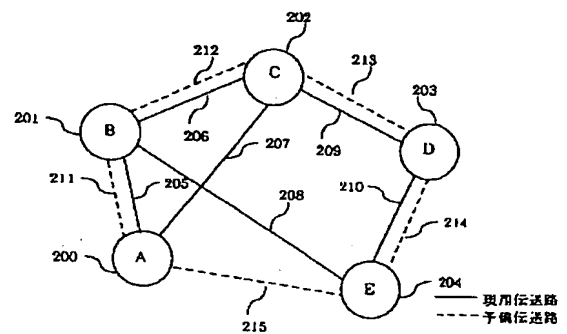
【図8】

【図8】



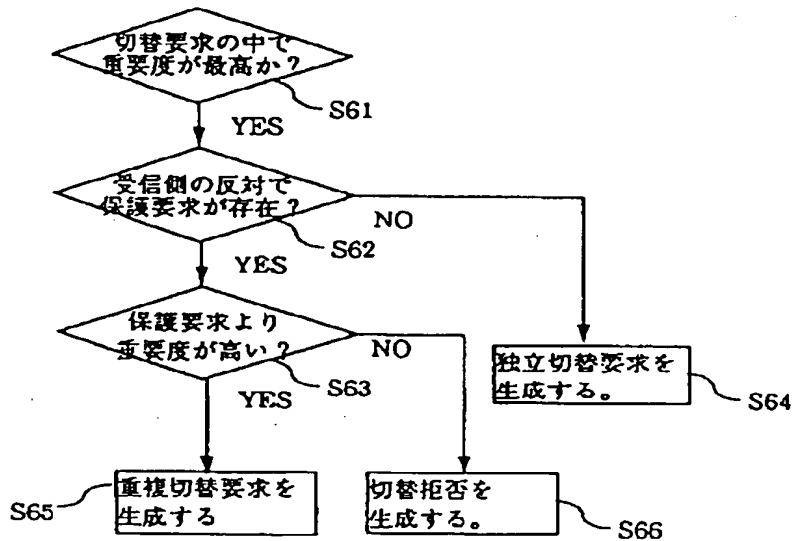
【図12】

【図12】



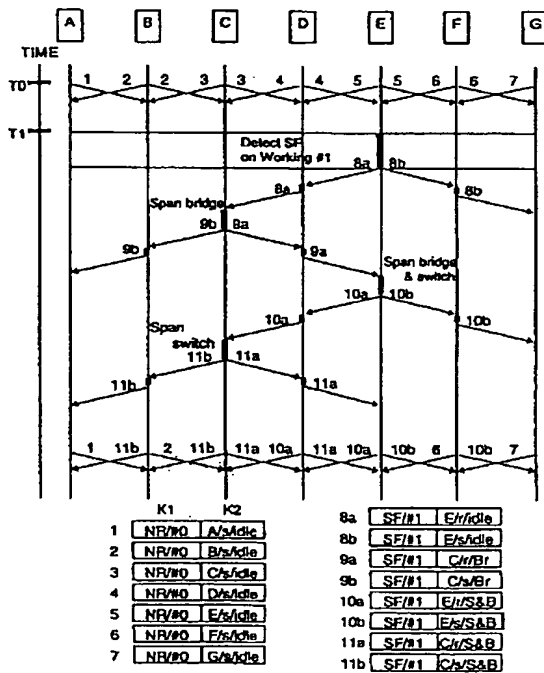
【図 7】

【図 7】



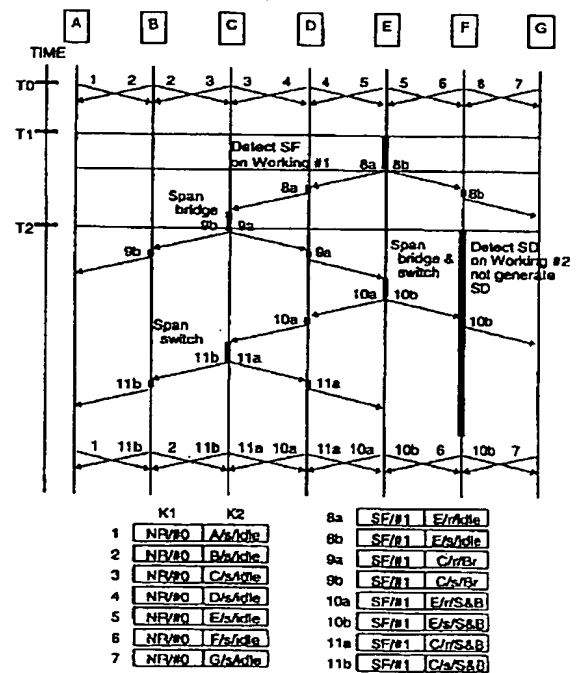
【図 14】

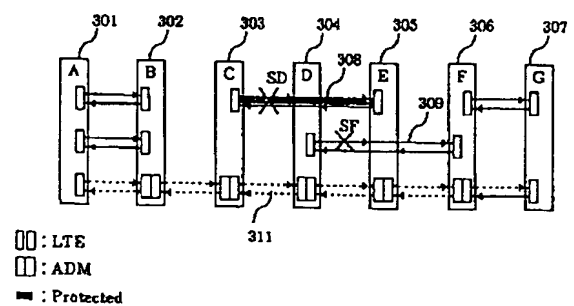
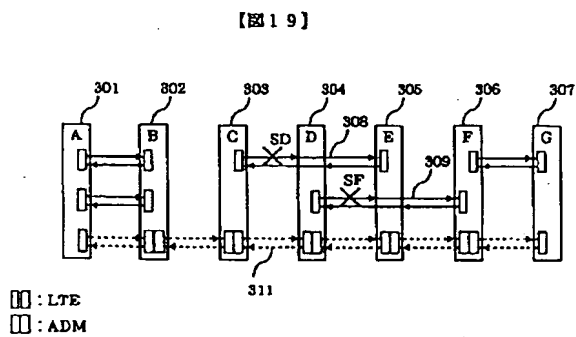
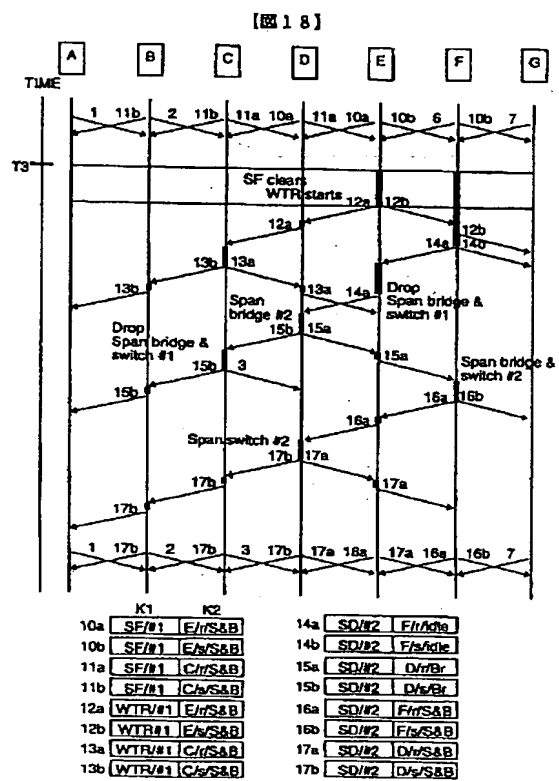
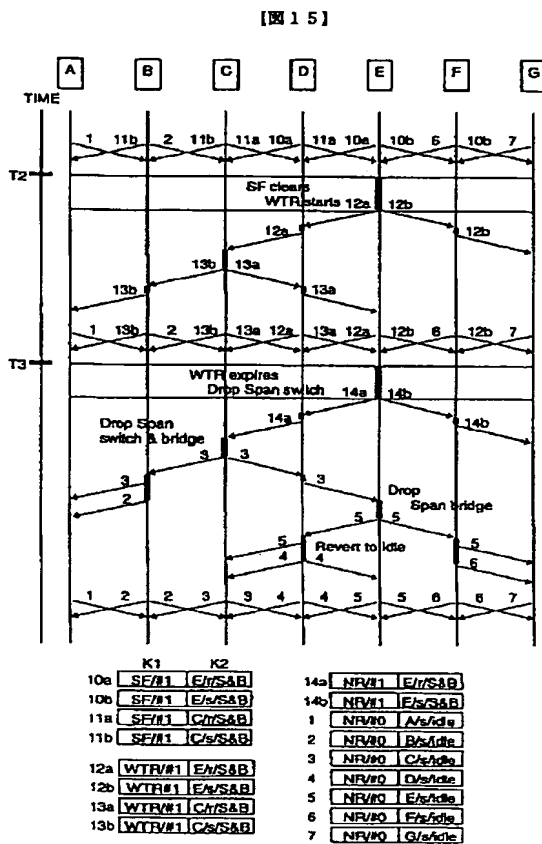
【図 14】



【図 17】

【図 17】

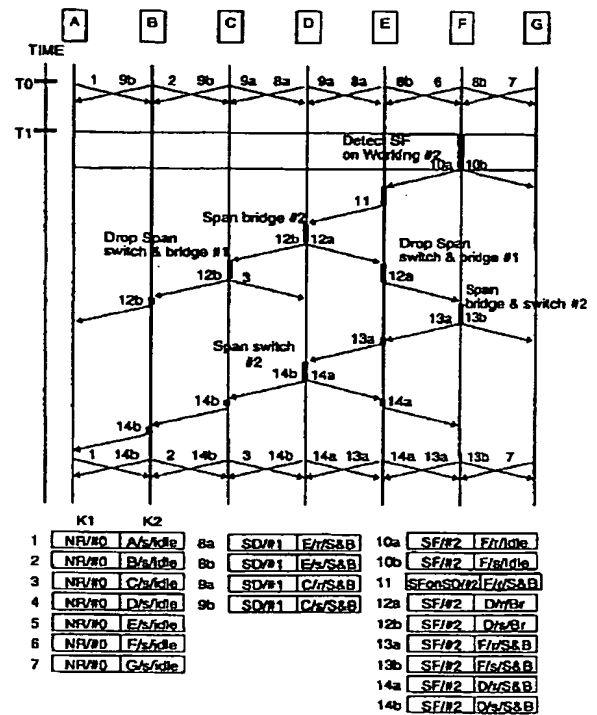






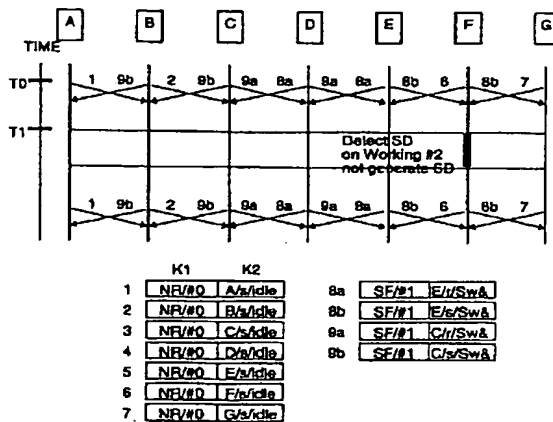
【图 2 2】

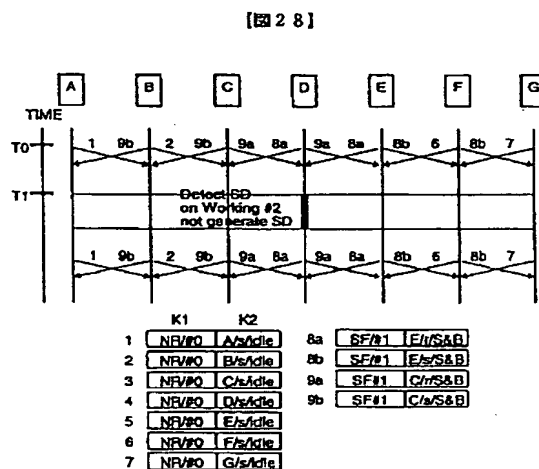
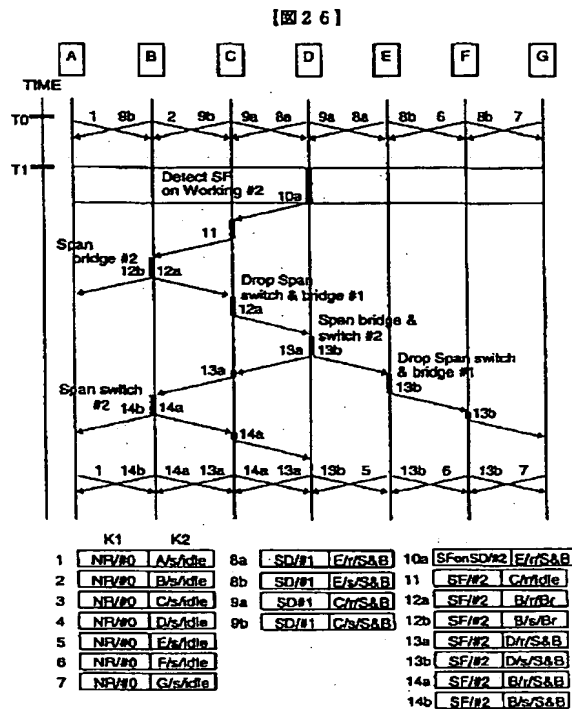
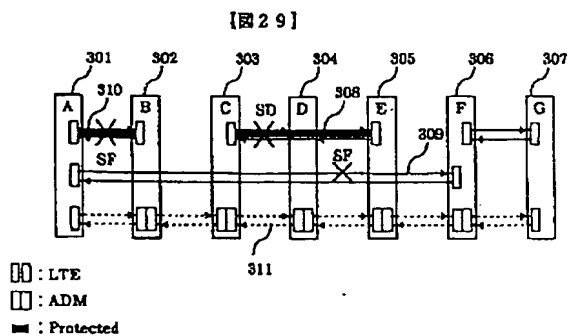
**【圖 2 2】**



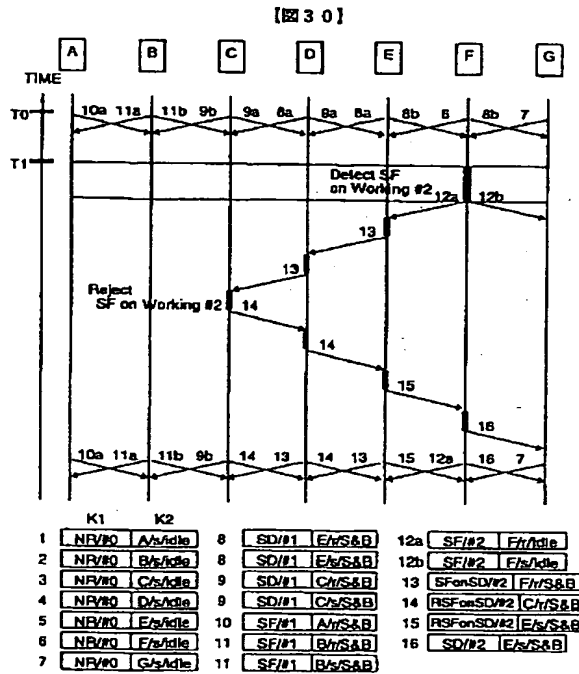
【図 2 4】

【圖 24】



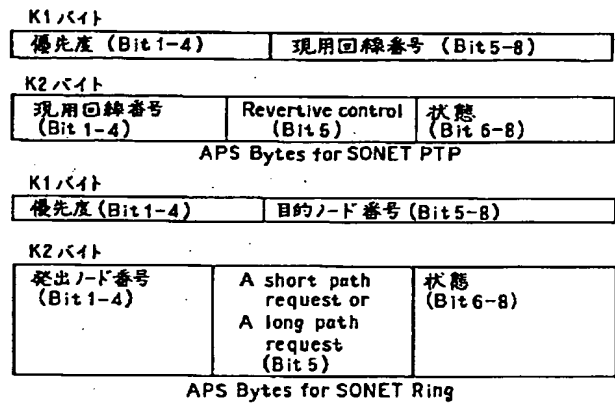


【図30】



【図31】

図31



【図32】

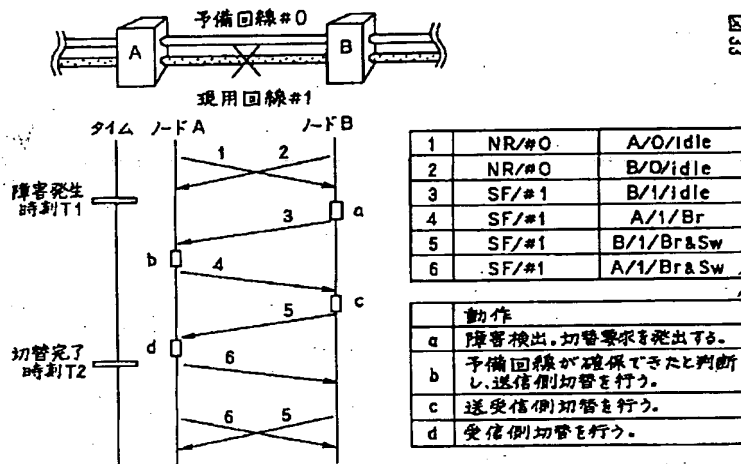
優先度 (Bit 1-4)		現用回線番号 (Bit 5-8)	
1111	予備系障害	1111	現用回線#15
1110	強制切替	.	.
1101	信号劣化救済時の強制切替	.	.
1100	信号障害	.	.
1011	信号劣化救済時の信号障害	0001	現用回線#1
1010	信号劣化	0000	予備回線#0
1001	信号劣化救済時の信号障害拒否		
1000	手動切替		
0000	正常		

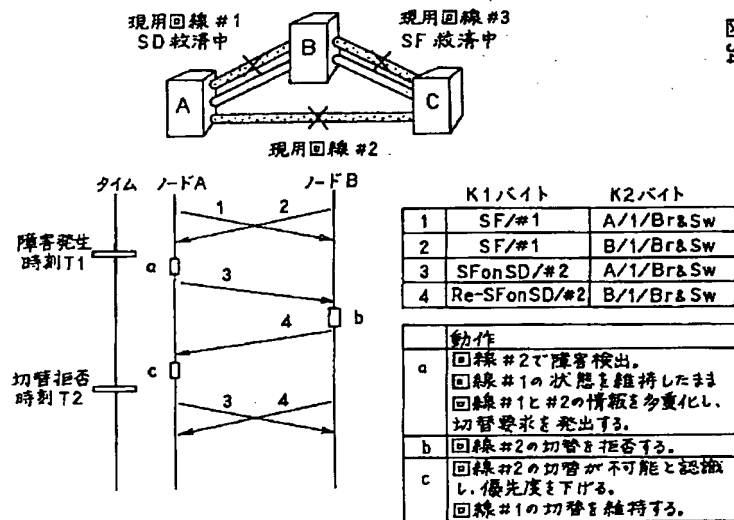
発出ノード (Bit 1-4)	Bit 5	切替状態 (Bit 6-8)
1111 ノードP	1 要求信号	110 障害通知
.	0 状況信号	011 送受信側切替
.		010 送信側切替
0000 ノードA		000 正常状態

図32

【図33】



【図34】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**